



TITLE:

# 不随意運動症, ことに Parkinsonism における Rigidity および Tremor の 客観的量的測定についての研究

AUTHOR(S):

伊藤, 盛夫

---

CITATION:

伊藤, 盛夫. 不随意運動症, ことに Parkinsonism における Rigidity および Tremor の客観的量的測定についての研究. 日本外科宝函 1965, 34(2): 389-417

ISSUE DATE:

1965-03-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/206465>

RIGHT:

# 不随意運動症, ことに Parkinsonism における Rigidity および Tremor の客観的量的測定についての研究

京都大学医学部外科学第1講座 (指導: 荒木千里教授)

伊 藤 盛 夫

〔原稿受付 昭和40年1月18日〕

## Quantitative and Qualitative Measurement of Rigidity and Tremor in Parkinsonism

by

MORIO ITO

From the 1st Surgical Division, Kyoto University Medical School  
(Director : Prof. Dr. CHISATO ARAKI)

Many devices to measure muscle rigidity and tremor quantitatively have been made, but almost all of them have some merits as well as demerits. After reexamining each of them scrupulously, I have produced new apparatuses which can measure muscle rigidity and tremor more accurately than the early devices.

For the measurement of muscle rigidity, I improved the tonometer so as to reduce the patient's discomforts and to exclude the artifacts which were sometimes seen during the measurement. The tonometer made by some authors bends and extends the patient's joint in a set angle with increasing force, while my apparatus does them in a set time (about 2 seconds) with the force, increasing in a limited range, regardless of the magnitude of joint angle, and the maximum joint angle of the patient in that time is measured as the indicator of rigidity. In this experiment, the measured rigidity is expressed in percentage according to the extent of joint movement. Based on such measurements, (1) comparison between the rigidity and the stretch reflex appearing in electromyograph was made and, (2) grades of parkinsonian rigidity were differentiated. (3) Twenty-four cases of parkinsonism and 1 cases of dystonia were examined and, in 10 cases of them, the changes before and after chemothalamotomy were compared, and the effect of the operation was evaluated. Chemothalamotomy tended to be effective in the patients with rigidity of 40~70% and stretch reflex of  $(++) \sim (+++)$  before the operation. On the other hand, in the patients with rigidity of 7~15% and stretch reflex of  $(+) \sim (+)$ , the operation was scarcely effective. It is to be noticed however that there were some exceptions from this tendency.

For the measurement of tremor, I devised a new apparatus based on electromagnetic principle, which can be used to measure not only the tremor of scarcely visible amplitude but also the large oscillation of cerebellar intention tremor or choreoathetosis. Viscous oil

is filled into a small bobbin, wound with coil which carries high frequency current of 455KC S. A small dust core, which moves in correspondence with the patient's tremor, is hung in the oil. When the dust core goes in and out of the coil, the inductance increases and decreases respectively. Therefore the tremor of the patient is modulated to the high frequency current and can be easily amplified with C-R amplifier. The transition of the high frequency current is controlled only by the relative distance between the coil and the dust core. The viscous oil can lower the sympathetic vibration of the dust core to less than 0.3 C/S and control the excessive movement of the dust core over 20 C/S simultaneously. As this coil set weighs only 4.7g, it can be easily attached to any part of the body, and enables long lasting recording of tremor. Eleven cases of parkinsonism, 4 cases of choreoathetosis, 2 cases of dystonia, 1 case of cerebellar intention tremor and 4 cases of fatigued normal man were examined with this tremor measure and electromyograph simultaneously. Of these, 4 cases of parkinsonism and 1 case of cerebellar intention tremor were examined before and after chemothalamotomy. Based on these records, I (1) discussed the recordability of this tremor measure and that of electromyograph, (2) classified tremors of various diseases in transition order of frequency, amplitude and wave form, and (3) illustrated in figures (a) the representative patterns of harmonics, spindle, waxing and waning, and abrupt wave form change, (b) the typical tremor feature of each tremor disease, (c) the relation between the amplitude and frequency of tremor, and (d) the change of amplitude and frequency as the result of the operation. From these analyses, I found that the tremor of parkinsonism showed an average frequency 5.6 C/S and that of fatigued normal man 9 C/S, and that the tremor amplitude of parkinsonism decreased and its frequency increased after the operation, i. e. the tremor pattern of parkinsonism approached that of the fatigued normal man after the operation.

## 目 次

### 第1章 緒 言

### 第2章 Rigidity について

#### 第1項 従来より行なわれてきた Rigidity の測定方法について

#### 第2項 改良した装置による Rigidity 測定

- (a) 改良の方法
- (b) 改良した測定装置の構造並びにその動作原理
- (c) 測定対象
- (d) 測定実施
- (e) 測定結果の表現方法
- (f) 測定成績

#### 第3項 Rigidity 測定についての考按

### 第3章 Tremor について

#### 第1項 Tremor 測定の必要性和、その特殊性

#### 第2項 Tremor 測定に際しての必要条件

#### 第3項 従来より行なわれてきた Tremor の測定方法について

#### 第4項 新しい方法による Tremor 測定

#### (a) 測定方法の原理

#### (b) 測定装置の構造並びにその動作特性

#### (c) 測定対象

#### (d) 測定実施

#### (e) 測定結果の表現方法

#### (f) 測定成績

#### 第5項 Tremor 測定についての考按

### 第4章 結 語

## 第1章 緒 言

不随意運動症、ことに Parkinsonism は、その主徴とする所の筋の Rigidity 及び Tremor のほかに、その特徴ある顔貌、随意運動の様相、或いはその精神状態の変化などにより、その診断並びに病状の判定が行なわれてきた。しかしながら、近來この種の疾患に対して積極的な手術療法が行なわれるようになり、従来とは異つて、より一層正確な検査方法によつて、その診断を始め、病状の観察、治療方針の決定や治療効果の判定が必要とされるようになってきた。不随意運動症

の多くは、従来からも知られているように、その精神的不安定さのために、その検査にあたつては必ずしもいつも被検者の充分な協力を得られるとは限らず、またいつも同じ検査結果を得るとも限らないため、その客観的検査には多くの困難を伴つてきた。我々の教室においても、不随意運動症に対して、数年来 Oil Wax 注入による Chemothalamotomy を行なつてきたが、その術前状態の適確な把握、術後の治療効果の判定には、数多くの苦心をはらつてきた。こうした事情のため、私は Parkinsonism の Rigidity 及び Tremor を客観的かつ定量的に測定し得る装置を考案作製して、これを臨床面に応用し、その測定効果をあげようと試みた。Rigidity と Tremor は Parkinsonism にあつては不可分のものではあるが、検査成績上の複雑さと難解を避けるため、これを2分して述べる。

## 第2章 Rigidity について

### 第1項 従来より行なわれてきた Rigidity の測定方法

従来からも Rigidity については、種々の検査方法により、その測定が行なわれてきた。これを次の2つに大別することができる。

(1) 被検者に一定の随意運動を命じ、この運動が被検者の有する Rigidity によつて制約される程度により、間接的に Rigidity を知ろうとする方法。

(2) 被検者の意志の如何にかかわらず、Rigidity を間接的、あるいは直接的に知ろうとする方法。

(1)の方法は Schwab<sup>10)</sup>13)<sup>27)</sup>等が作り、Cooper<sup>8)</sup>11)<sup>12)</sup>もこの方法による基準を用いたが、これは被検者に起坐、起立、歩行、食事の動作、洗顔、衣服の脱着などの日常行動を多数行なわせ、これらを円滑に行い得るかどうかにより点数を定め、この総計により Rigidity を知ろうとするものである。一方 Delisle Burns, David DeJong<sup>3)</sup>が用い、わが教室でも、これに追加工夫して行つた方法<sup>18)</sup>21)は、書字、書画、一定時間内に数量計算器を打ち得る数、自転車を踏ませその回転数の測定、また筋力計による筋力の測定などにより、Rigidity を間接的に知ろうとする方法である。しかし、これらの方法は被検者に元来得手、不得手があるほか、緒言で述べた精神的不安定さなどのために、いつも正確な客観的資料を作り得るとは限らず、また相当数多くの項目にわたつて、これらの随意運動を行なわせる必要があることから、ときに被検者にとつては大きな負担となることもあり、更にはその判定そのもの

のにも検者の主観がかなり混入するのは避け難いものであつた。

(2)の方法は更に次の2つに分けられる。

(2)-(a) 筋電図を用いる方法

被検者の、検査を行おうとする一定部位の筋に、自動的並びに他動的運動を行なわせ、これに附随しておこる不随意運動、及び筋の異常緊張亢進に基づく放電現象を記録して、随意運動に関与する筋と神経の種類やその態度、また筋を伸張するとき発生する Stretch Reflex の程度やその時間的経過によつて、Rigidity の表現を行なおうとするもので、Geoffrey Rushworth<sup>26)</sup>、島津、橋村<sup>28)</sup>、時実<sup>30)</sup>、Liddell, Scherrington, Granit<sup>9)</sup>15)<sup>16)</sup>19)<sup>23)</sup>25)<sup>29)</sup>32)などのすぐれた業績が多い。私の研究においても、この Stretch Reflex を応用しているが、我々が臨床的に用いる筋電図だけからでは、その性質上、定量的表現よりはむしろ半定量的表現に近く、我々の Rigidity 検査においてはその半ばを達するに過ぎない。

(2)-(b) 次に Benjamin Boshes<sup>13)</sup>、Hirsh Wachs<sup>35)</sup>、Frederic J. Agate<sup>1)</sup>、Lewis J. Doshay、Webster<sup>33)</sup>34)などにより考案された方法は、一定角度の他動的屈伸を被検者の肘関節に加え、この屈伸運動を行なわせるために必要とした力を、この測定装置に取り付けられた Strain Gauge によつて取り出し、これを増幅、記録する方法である。私もこの方法による追試<sup>21)</sup>を試み、良好な結果を得るときが多かつたが、この装置は次の二点において欠陥を有していた。その第一は、被検者の肘関節に加わえる屈伸角度が、たとえば90°と定まつているため Rigidity の強い被検者にあつては、ときに疼痛を訴えることもあり、このために検査に際して随意的あるいは不随意的に筋緊張を更に増強させる結果ともなり、検査結果に誤差の生ずる場合もあつた。その第二は、装置がかなり大がかりなものとなつた点である。

### 第2項 改良した装置による Rigidity 測定

#### (a) 改良の方法

私はこの Benjamin Boshes, Frederic J. Agate, Webster などによる方法を次の事柄について改良した。

正常人においては、その安静時に肘関節の他動的屈伸を行なうとき、検者の手に強く感じるような抵抗を示すことは認められないが、Parkinsonism のように筋緊張の異常亢進、あるいは伸展性の低下を伴う疾患においては、かなりの抵抗を示す例が多いことはよく知られている。Benjamin Boshes 等は、この肘関節の屈伸を一定角度まで行なわせるために要した力を測

定したが、この方法では第1項で述べたような欠陥を示す場合も時々みられた。そこで私は一定範囲内で漸増して行く力を、この肘関節の屈伸を行なわせるために用い、この附加力によつて肘関節が一定時間内で示し得る最大屈伸角度を測定する方法をもつて、より忠実に Rigidity を測定しようと試みた。このようにすれば、前述のような測定誤差も少なく、肘関節の屈伸制約を容易に知り得るものとなるはずである。また同時に筋電図を被検筋より誘導記録し、測定誤差となる随意運動の混入を監視した。

次に被検筋を被検者が疼痛を訴えない程度まで、でき得る限り伸張し、筋電図に表われる Stretch Reflex を記録し、Rigidity との相関関係から被検者の病状や被検筋の性質を解明しようと試みた。

#### (b) 改良した測定装置の構造並びにその動作原理

Fig. 1 に示すように縦軸を同軸とする2個の「型アームを作製し、これらを上下に2個重ね、各々の縦軸が回転軸となり、互に無関係に自由に回転しうるように取り付け枠に取り付けた。

下側の「型アームの回転軸の下部には円板状の板を固定し、この円板の中心を「型アームの縦軸が垂直に貫き、円板と「型アームの縦軸とは同じ回転運動が行

なえるようにした。次に下側の「型アームの横軸の遠端より、アームと平行に板バネを縦軸(回転軸)に向つて延ばし、この板バネが縦軸と交わる所で、上側の「型アームの縦軸(回転軸)と固定した。こうすれば下側の「型アームの回転軸が回転するとき、この動力は板バネを介してのみ上側の「型アームに伝達されることとなる。一方モーターの動力を無段回転変速装置を通し、回転数を任意に変速できるようにした後、この動力をクランクシャフトを通じて、前述の下側「型アームに取付けられた円板に連結し、円板が丁度90°の往復回転運動をきたすように調節した。次に下側の「型アームの回転軸と取付け枠の間及び上側の「型アームの回転軸と下側の「型アームの回転軸との間に、それぞれ500 k $\Omega$ の直線型可変抵抗器を取り付け、下側の「型アームの回転角度及び上側と下側との「型アームの回転角度の差を電気抵抗に変換できるようにした。500 k $\Omega$ の直線型可変抵抗器は、それぞれ Wheatstone Bridge の一辺を形成するようにしておいた。

次に、この一対の Wheatstone Bridge の両端より電線で、全く動作特性の同じ一対の直流増幅器に結び、これを更に全く動作特性の同じ一対のインク書記録器に連結した。

実施に当つては、この上側の「型アームの上に、ち

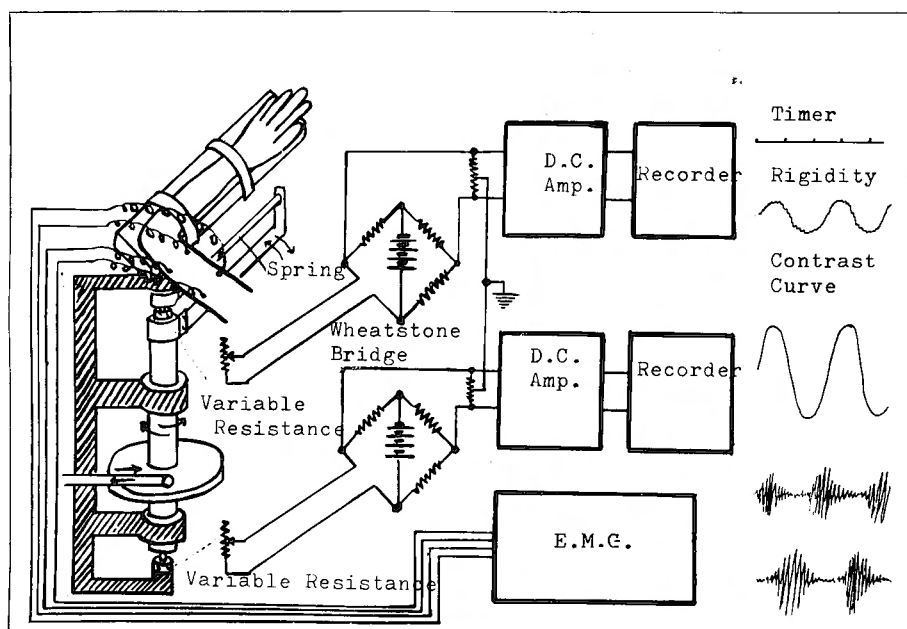


Fig. 1

ようど被検者の肘関節がアームの回転軸上にくるように、また前腕がアームと平行になるように固定する。モーターのスイッチを入れると、下側の「型アームは90°回転の往復運動を開始するが、この動力が上側の「型アームの上にその前腕を乗せた被検者が筋緊張の異常亢進を伴わない人の場合、板バネがほとんど屈曲することのないように、すなわち下側の「型アームの回転は、板バネの介在を経てほとんどそのまま上側の「型アームを回転させうる力をもつように、板バネの強度を選出した。

次に被検者の上膊部に表面電極を、M. biceps brachii 及び M. triceps brachii の動作電流を最も誘導しやすいと思われる部位に装着し、もし被検者が検査順序に従わずに随意運動を起すときには、それを監視できるようにした。

#### (c) 測定対象

総数11例につき Rigidity 及び Stretch Reflex の測定を行つたが、このうち、16例はこの研究の初期のもので、装置の取り扱いに不馴れの上、装置そのものにも人工的誤差が多かつたため、この発表から除外した。確実に検査できたのは

Parkinsonism 24例

Dystonia 1例

このうち治療の前後にわたり追求し得たものは

Parkinsonism 9例

Dystonia 1例

であつた。

#### (d) 測定実施

Fig. 2のごとく被検者を椅子に坐らせ、その前腕を上側の「型アームの上に乗せ、ちょうど前腕と上腕が水平となり、かつ被検者の最も楽な姿勢をとらせる。モーターのスイッチを入れると、下側の「型アームは

回転を開始し、この回転により取付棒と回転軸との間の可変抵抗器も同じ回転を行ない、その電気抵抗値が変化するため、次に続く Wheatstone Bridge の平衡をくずし、このためにきたす電圧変化が増幅、記録されるが、被検者に Rigidity が存在すると、下側の「型アームの回転は板バネの屈曲により上側の「型アームには充分伝達されず、回転させようとする力だけが伝わることとなり、この上下の「型アームの回転軸の回転角度の差は、両軸間に置かれた可変抵抗器を回転させ、下側と同様、Wheatstone Bridge の平衡をくずし、この電圧変化が増幅、記録されるのである。したがつて Fig. 1の右端の2段目の記録波形は、加えられた力の曲線を示し、1段目の曲線は、この加えられた力に対抗する被伸張性の変化を示し、この両曲線の高さを比較することにより Rigidity の程度を知ることができる。

#### (e) 測定結果の表現方法

##### (e)-(1) Rigidity

このようにして得られた Rigidity 曲線及び Contrast 曲線の高さを直接mm単位で測量する。次に、この装置により力を加えても全く肘関節が動かないような場合、つまり上下の曲線が全く同じ経過をたどる場合を100%、肘関節が加えられた力により全く下側の「型アームと同じ動きを示し、上側の可変抵抗器が回転せず、Rigidity 曲線が直線となる場合を0%とし、この中間は上下の曲線の高さの100分比で表わした。この間隔は、複雑な機械的機構や電気回路を経由するため、完全には比例関係を呈さないが、諸種の力を階段状に加えて測定した試験曲線ではピークはなく、±5%の誤差範囲ではほぼ比例関係を示すことがわかつた。このような表現方法を行つた理由は、加えられる力そのものの純力学的な表現によるよりは、簡明で理解しやすいためである。

##### (e)-(2) Stretch Reflex

筋電図における Stretch Reflex は、記録紙を3cm/sec で走らせるとき、放電間隔がきわめて短かくて、ほとんど紙面を満たし、かつ私の用いたBipolar Needle Electrode で電圧300 $\mu$ V程度で持続するものを冊。放電間隔が肉眼でよく認められる0.05 sec程度、電圧200 $\mu$ V程度のものを冊。放電間隔0.1sec程度、電圧100 $\mu$ V程度のものを十。全く放電のないものを一。このそれぞれ中間を占めるものには冊ノ、冊ノ等の表現を用いた。もとよりこの筋電図の表現は完全なものではなく、批判の余地もあるが、しかし Unit Discharge を

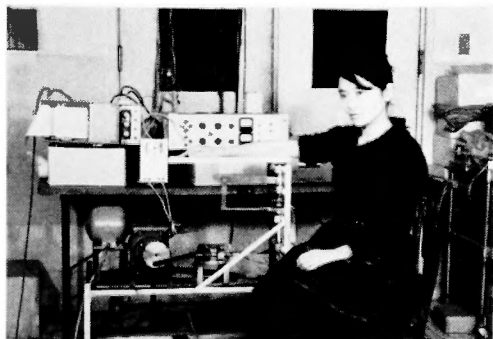


Fig. 2

捕捉してもこの研究の役には立ち難く、またほかに正確な表現方法も現在のところ、見当たらないため臨床的に Stretch Reflex の多少を我々の教室で表現している程度によつて分類したものである。

(f) 測定成績

Fig. 3は Rigidity 曲線のさまざまな高さ、波形を記録したものである。加えられた他動的屈伸運動に対して示す被検者の筋の抵抗が表現されており、aは正

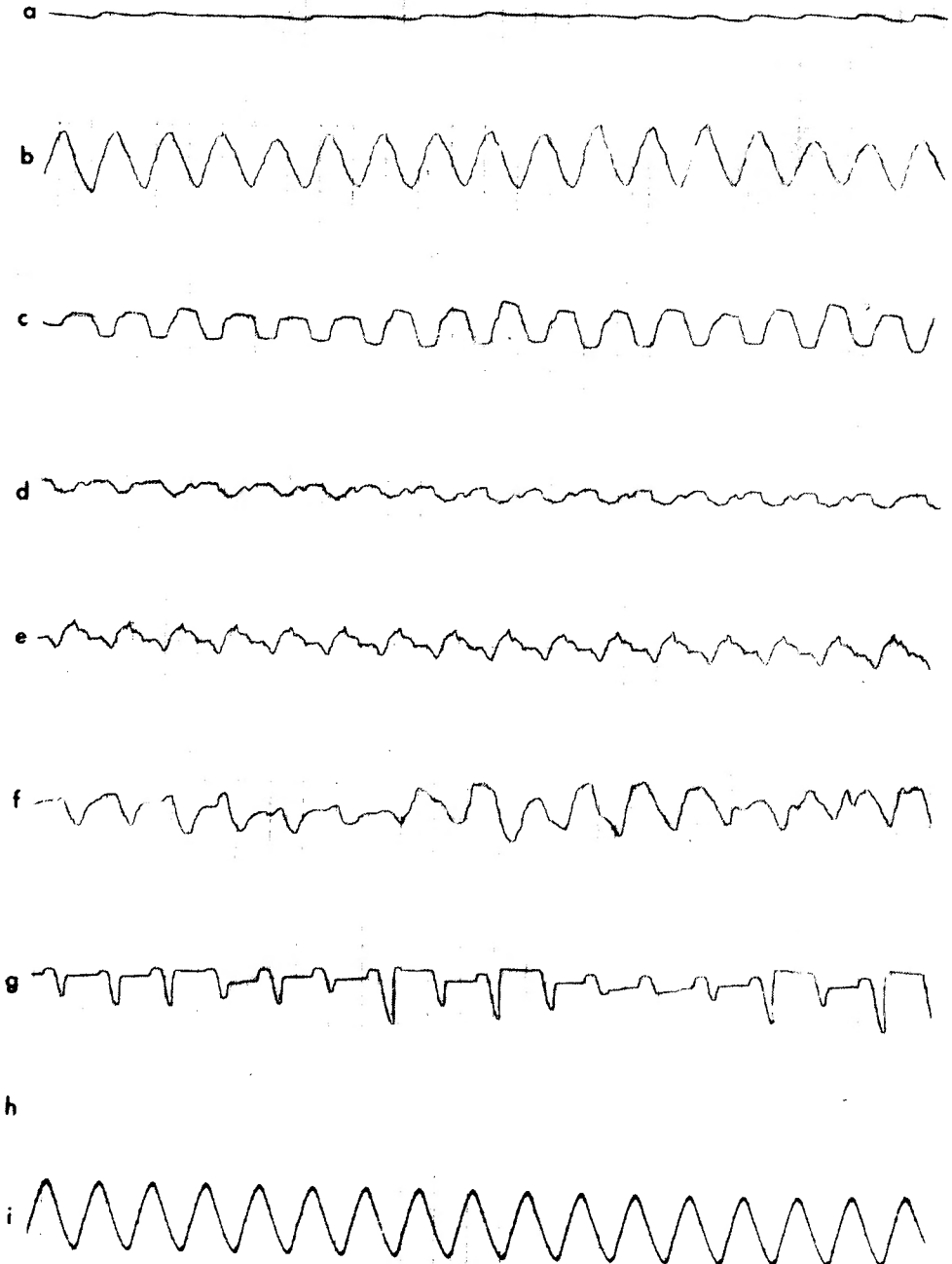


Fig. 3

常人, b, c は Parkinsonism でかなり高い Rigidity を表らわし d, e は Parkinsonism の折りたたみ現象が

Table 1 A

Patient No.	Name	Age	Sex	Stretch reflex	Rigidity
1	H.E.	51	♀	R- L- ## ## ## ##	36% 47
2	K.O.	48	♀	R- L- + +	7 7
3	T.T.	37	♂	R- L- ## ##	60 61
4	M.M.	47	♂	R- L- ## ## ## ##	16 25
5	S.Y.	47	♀	R- L- ## ## ## ##	50 13
6	I.A.	61	♀	R- L- ## ## ## ##	47 50
7	R.T.	59	♂	R- L- ## ## ## ##	75 70
8	H.A.	54	♂	R- L- ## ## ## ##	37 28
9	C.N.	56	♂	R- L- + +	12 26
10	T.N.	61	♂	R- L- + + + +	28 20
11	R.S.	67	♂	R- L- ## ## ## ##	60 50
12	T.A.	60	♀	R- L- ## ## ## ##	28 20
13	M.S.	63	♀	R- L- ## ## ## ##	33 33
14	M.A.	53	♀	R- L- ## ## ## ##	75 70
15	K.T.	52	♂	R- L- ## ## ## ##	30 41
16	S.S.	53	♂	R- L- + +	37 15
17	F.T.	57	♂	R- L- + + + +	17 23
18	Y.N.	60	♀	R- L- ## ## ## ##	47 38
19	M.K.	59	♀	R- L- ## ## ## ##	30 26
20	T.B.	38	♂	R- L- + +	20 20
21	T.I.	54	♀	R- L- ## ## ## ##	41 66
22	S.K.	18	♂	R- L- + +	28 22
23	H.S.	60	♀	R- L- + + + +	16 17
24	H.F.	59	♂	R- L- - -	7 5
25	H.I.	57	♀	R- L- ## ## ## ##	72 70

Rigidity 曲線の上に同時に表現されている例, f は Dystonia の Rigidity 曲線で, Rigidity の大きさが時間の経過と共に著しく変化している例であり, g は Choreoathetosis に対し試みに他動的屈伸力を与えてみたもので, 割合規則正しく他動筋加力に抵抗を示すが, b, c, d, e, f などとは全く異なる特有の波形を呈している. h は Timer で, 5秒区切り, i はこれらの被検者に対して加えた力の大きさの標準, すなわち下側の「」型のアームの回転角度を示すものである.

Table 1, A は, 25例の被検者の Rigidity と筋電図の Stretch Reflex の測定結果を, 左右別に記載したものである. Table 1, B は, このうち10例の治療前後の Rigidity 及び Stretch Reflex の測定結果を示している.

Fig. 4 は, 被検者の治療前後の Rigidity 及び Stretch Reflex の変化をグラフに表わしたもので, 治療による病状の変化を明瞭に知ることができる. No. 1, No. 2, No. 3 は Parkinsonism で L-Chemothalamotomy を行つた症例である. No. 1, No. 2 は Stretch Reflex の減少もしくは無変化にもかかわらず, 手術対症側(各図表の左側)の Rigidity は上昇しているが, No. 3 では Stretch Reflex が変化していないにもかかわらず Rigidity が減少している. これに対して手術非対応

B

			Preoperation		Postoperation	
No.	Name	Age	Stretch reflex	Rigidity	Stretch reflex	Rigidity
1	H.E.	51♀	R- L- ## ## ## ##	36% 47	## ## ## ##	75% 42
2	K.O.	48♀	R- L- + +	7 7	+ +	19 13
3	T.T.	37♂	R- L- ## ##	60 61	## ## ## ##	36 42
4	M.M.	47♂	R- L- ## ## ## ##	16 25	## ## ## ##	13 5
5	S.Y.	47♀	R- L- ## ## ## ##	50 13	+ + + +	25 13
6	I.A.	61♀	R- L- ## ## ## ##	47 50	+ + + +	10 50
7	R.I.	59♂	R- L- ## ## ## ##	75 70	## ## ## ##	40 75
8	H.A.	54♂	R- L- ## ## ## ##	37 28	+ + + +	33 37
9	C.N.	56♂	R- L- + +	12 26	+ + + +	18 23
10	T.H.	61♂	R- L- + +	28 20	+ +	20 16



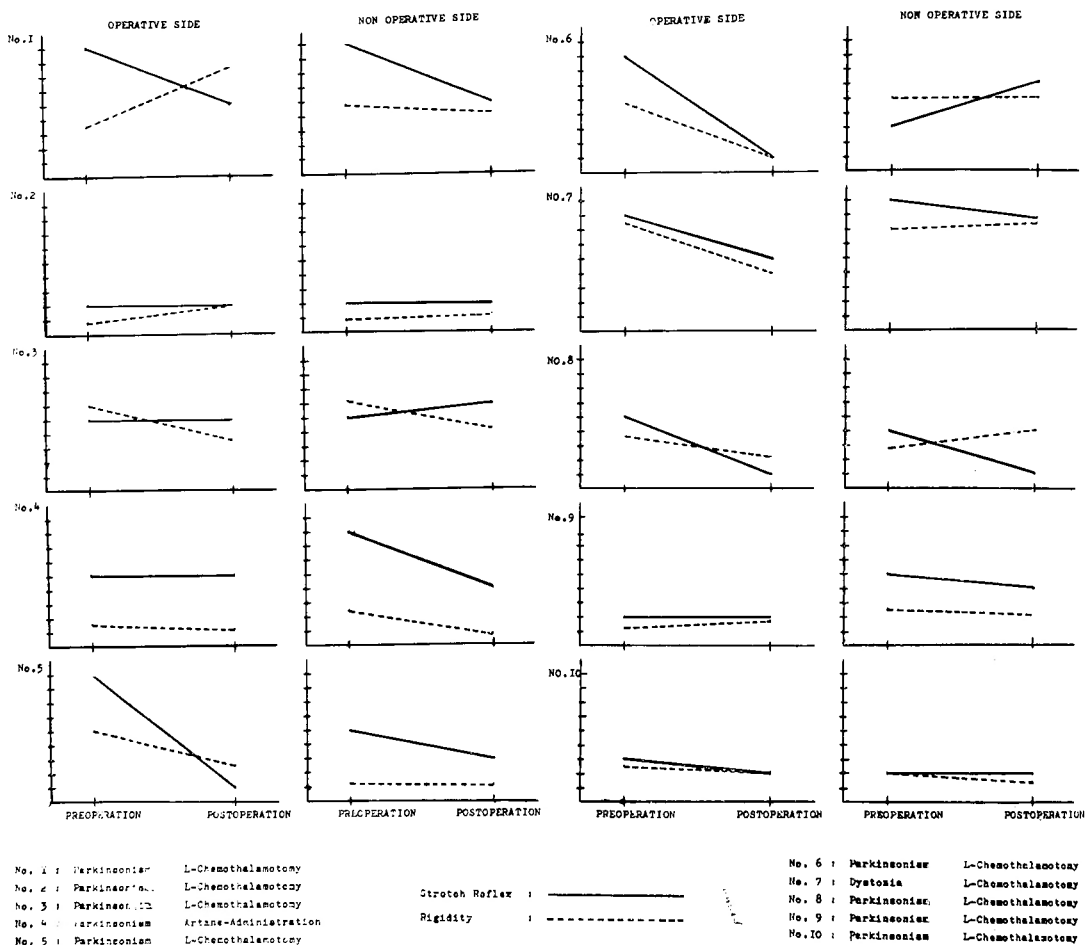


Fig. 4

側(各図表の右側)でも No. 1, No. 3 にはかなりの影響が表われている。No. 1 は Parkinsonism で Artane の内服治療を行ない、4 週間の経過を観察したもので、被検者の左側(グラフの右側)に Stretch Reflex と Rigidity との相決が見られる。No. 5, No. 6, No. 8, No. 9, No. 10 は Parkinsonism に L-Chemothalamotomy を行つたもので、そのうち、No. 5, No. 6, No. 8, No. 10 に手術効果がかなり表われているが、No. 9 では、逆に少し悪化の傾向を示している。No. 7 は Dystonia の症例に L-Chemothalamotomy を行つたものであり、手術対応側の Stretch Reflex, Rigidity と、かなり改善されているが、手術非対応側の Stretch Reflex は改善されてはいるものの、Rigidity は少し増強されている。この比較的少ない症例数からではあるが、手術によって、手術対応側は改善されることが多い

のは確かであるが、ときには悪化例のあることは注目しなければならない。これらの結果をまとめてみると、手術対応側と非対応側では、前者にその治療効果が多く現われるのは、手術目的にかなうものであるが、後者においても改善されている例が多い点から考え、我々の Chemothalamotomy<sup>20)</sup> はこれらの記録を行つた時点においても効果をあげていたことが明らかである。今後症例を重ねるにつれ、また手術手技そのものも進歩し、更に良好な結果の得られることを期待したい。

Fig. 5 A は未治療 Parkinsonism の Rigidity と Stretch Reflex との間の相関関係をグラフで示したものでこの表から、両者の間に完全な比例関係は、少しの例外を除けば成立するようで Stretch Reflex の程度が増加の傾向を示せば Rigidity もまた、おおよそ増加の傾向にあると表明しても支障ないと思われる。

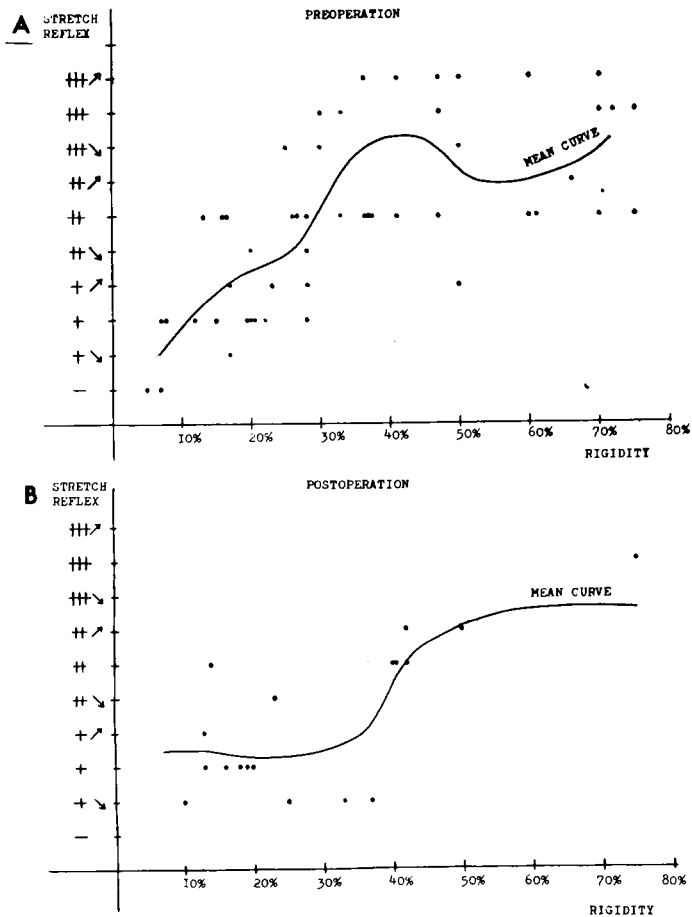


Fig. 5

Fig. 5 B は Chemothalamotomy の術後の相關図で、Rigidity が大体35%以下では Stretch Reflex が減少しても前者は術前と余り変化しないが、それ以上になると、対数曲線類似様に後者も増加する傾向を示す。このことから、我々の教室で行なつた手術療法によれば、術前 Rigidity が35%以下のものでは、術後改善されるのは Stretch Reflex だけであることがわかつた。また前者が35%から45%までの間では両者共改善され、前者が更に大きいときは、再び術後 Rigidity が残存するが、症例数が少ないので、この詳細は確かめ難い。

しかしながら、これらの事実とは、術後もなお Rigidity として残存するのが何に基因するものであるかとの疑問を抱かせる根拠ともなり、今後の研究課題として症例を重ねて行く考えである。

Fig. 6, a, b. Fig. 7, a, b. Fig. 8, a, b. Fig. 9, a,

b はそれぞれ No. 1, No. 2, No. 3, No. 4, No. 5, No. 6, No. 7, No. 8 の患者の左右側別の術前、術後の実測結果を添付したものである。

### 第3項 Rigidity 測定についての考按

筋緊張とは如何なることか、これを厳密な言葉で表現するのは困難である。そしてまた、Rigidity とは持続的な筋の緊張亢進といわれている。筋緊張は、これまで簡単には筋を他動的に伸張するとき、検査の手に感じられる抵抗として表現されてきたのに過ぎなかつた。Weddell, Feinstein, Pattle<sup>32)</sup>は Hypertonic Muscle はその静止状態にあつては electrical silence の状態にあり、いつたんこれが伸張されるとき、伸張されている間は electrical response が高度となり、Stretch Reflex として記録されることを認知し、Magoun, Schreiner, Lindsley 等は筋電図による Stretch Reflex だけが Mus-

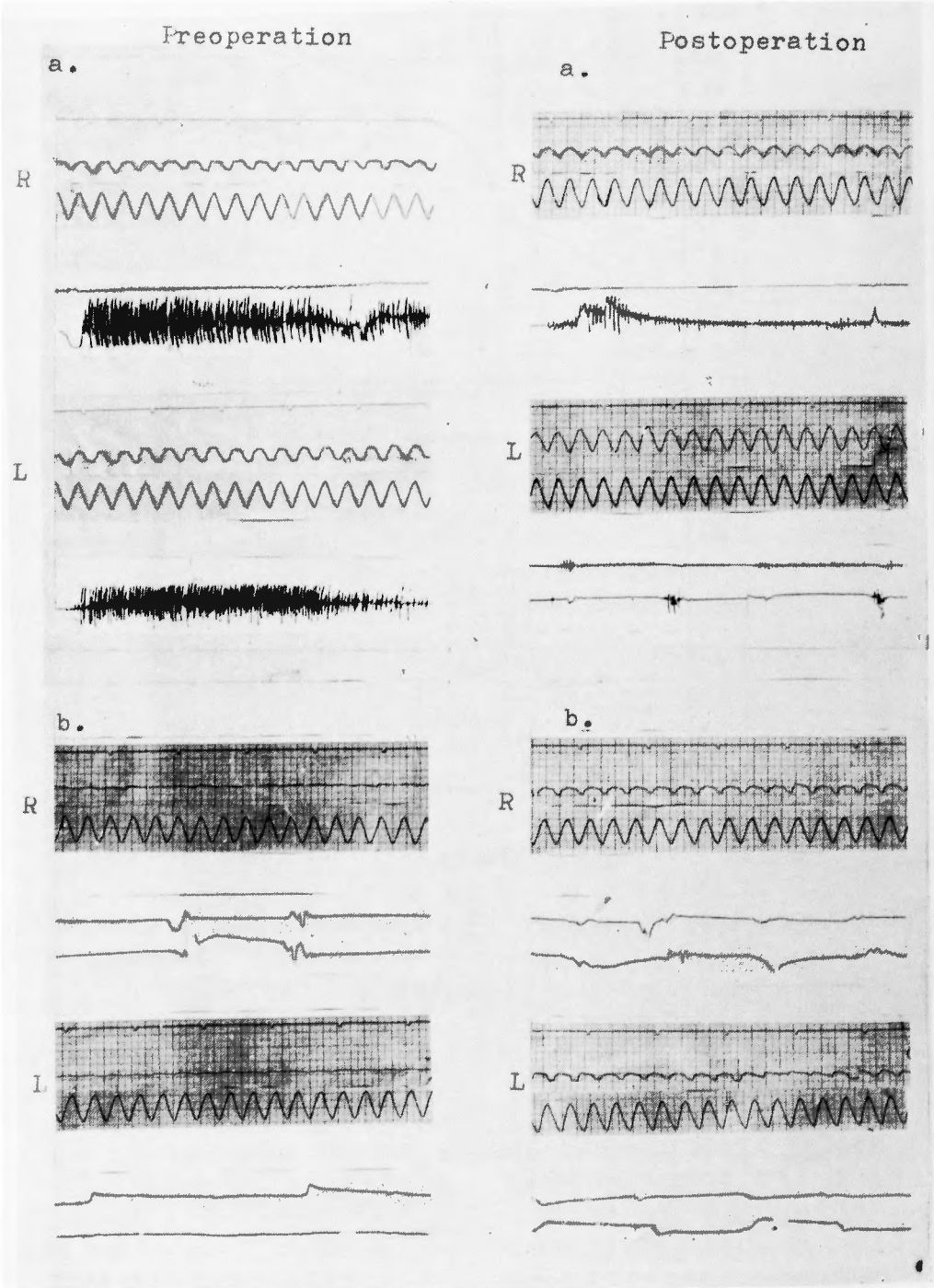


Fig. 6

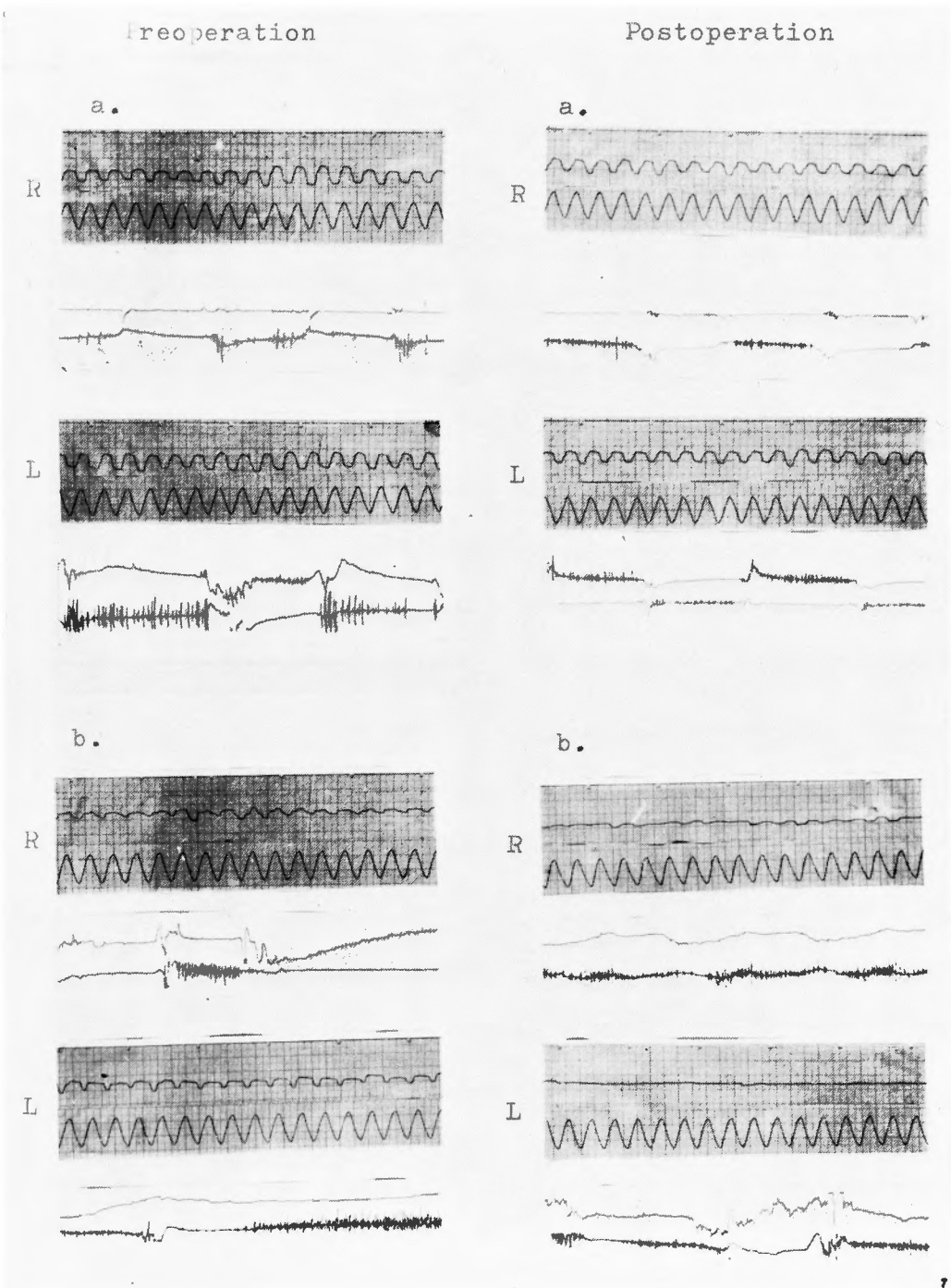


Fig. 7

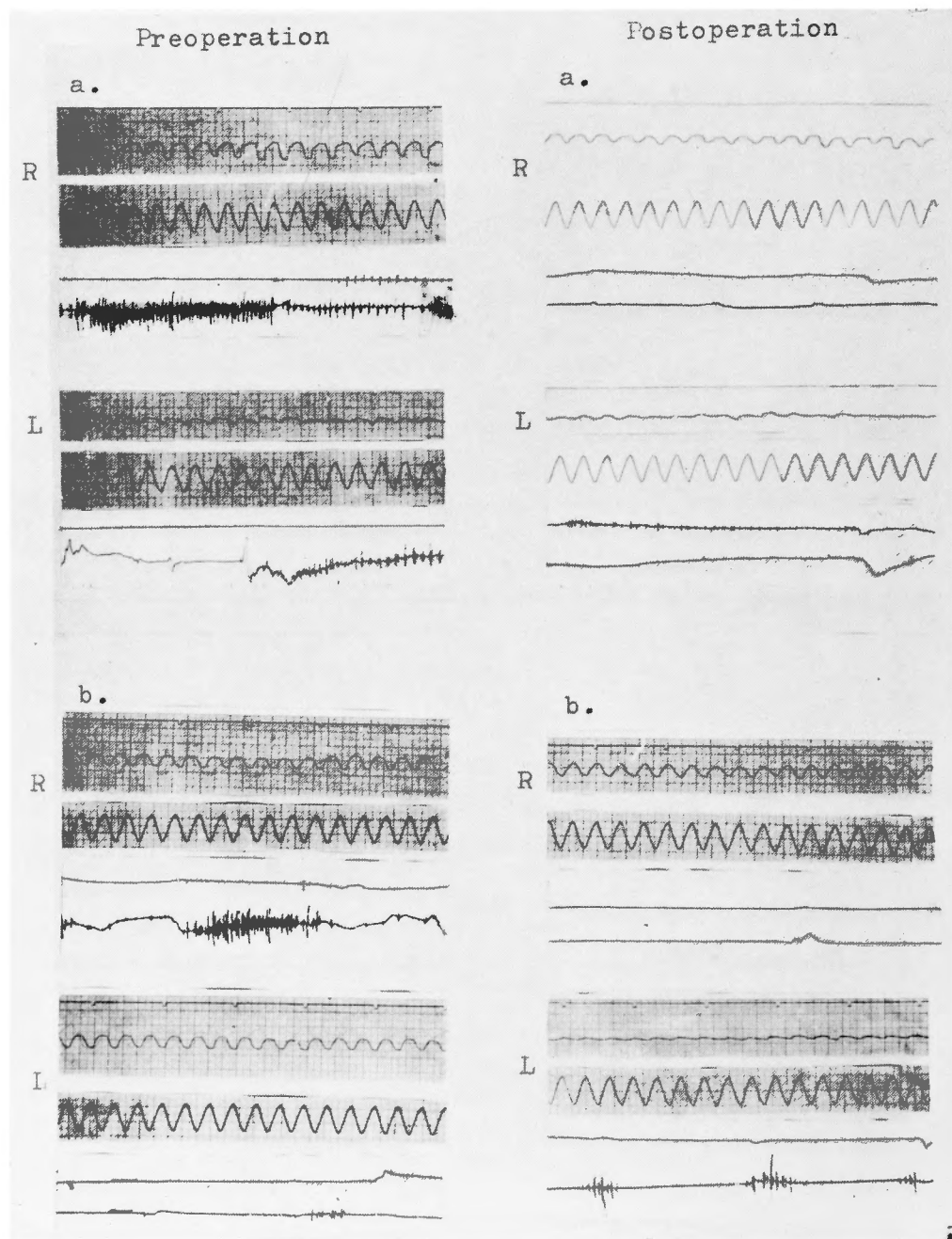


Fig. 8

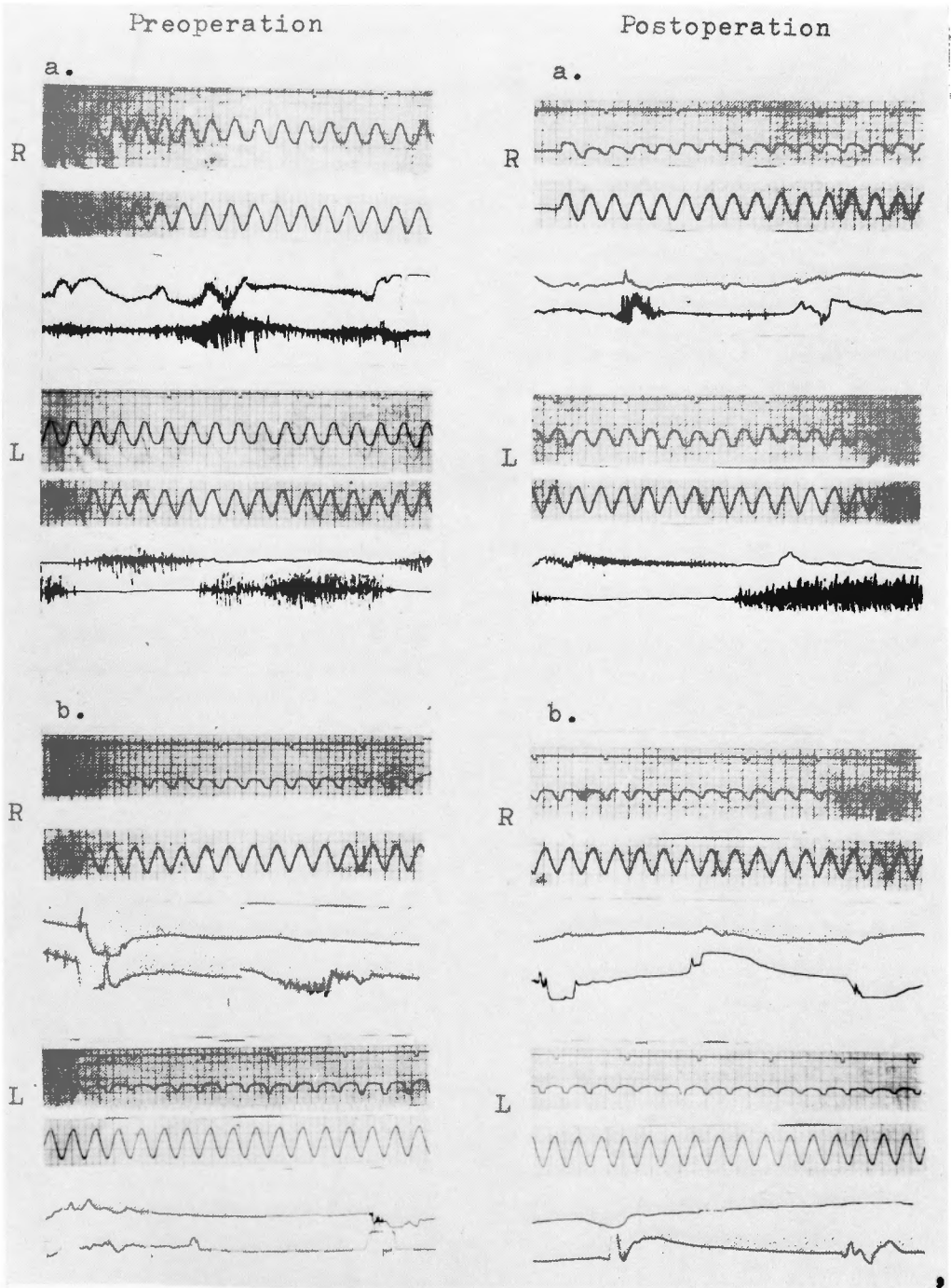


Fig. 9

cle Hypertonicity の一端を知り得る方法であるとしてきた、また Weddell 等は Muscle Tonus は Stretch Reflex だけに基因せず、筋と腱の Viscous and elastic properties によつても影響されるべきものであると表明した。私も、この研究対象となつた被検者の検査にあつて、被検筋の伸張に關与する關節機能障害による誤差を除外して、筋伸張に対する抵抗の平均値（これは Parkinsonism において一般に Rigidity と表現されているため、これに従ひ Rigidity と呼ぶ）と筋電図における Stretch Reflex の程度を比較検討した。この結果は、Fig. 5. A, Fig. 5. B に示すように、Stretch Reflex の程度が増加のときには、Rigidity は完全に比例はしないが、増加の傾向を示している。しかし例外もまた、かなり多く、ことに Chemothalamotomy の術後において Stretch Reflex が相当減少しても、Rigidity はその割合には減少しない場合、術前と変化しない場合や、ときには増加する場合すらあつた。こうした事實は、Weddell の説を裏付ける一部となり得るのは確かと思えるが、この原因についてはよくわかつていない。今までには、Stretch Reflex の閾値の低下、また、なんらかの筋代謝障害がその原因かとも言われているが、John Foley<sup>14)</sup> の Spastic Diplegia についての詳細な研究、Webster<sup>33)34)</sup> の Rigidity についての研究においても、その本態の完全な究明に接していない。

さて、手術前後の比較により、あるいは手術適応についての、なんらかの指標が与えられるかもしれないと、検査結果を検討したが、この少数例からは、確実な方針を出し得なかつた。ただ手術前において Rigidity が Fig. 4 のグラフのごとく、大部分 Stretch Reflex に基因すると思われる症例においては中枢侵襲による手術適応があるように思われ、Rigidity が大きく Stretch Reflex の程度が少ない症例にあつては、中枢侵襲の意味が少ないことは確かと思えるが、患者の術後の自覚症状としては、Rigidity もしくは Stretch Reflex のいずれかが減少する場合、またそのいずれも余り減少していないにもかかわらず改善されたと訴える場合もある点から、Tremor の減少による自覚症状の改善ということを除いても、なお Weddell の説のほかは Muscle Tonus にはなんらかの要素が含まれているのかもしれない。

私のこの装置を使用するにあたり、今一つ考えられる誤差としては、Muscle Tonus が或程度少く筋発育の強大である場合と、その逆の場合であるが、その点についてはこの装置による他動的屈伸運動が抗重力

運動でないことと、数多くの正常人で実験してみても、軽症患者の記録でも、そう大きな誤差を生じないことがわかつた。

### 第3章 Tremor について

#### 第1項 Tremor 測定の必要性と、その特殊性

Tremor は Parkinsonism のほかに Arteriosclerosis, Thyreotoxicosis, Alcoholism などの疾患や、また正常人においても、その疲労時、怒責時、寒冷時などに観察することができる。この Tremor の定性的並びに定量的測定を行なうことは、必ずしも容易ではないが、不随意運動症の相互鑑別診断にとつてきわめて大切であり、Rigidity の程度の測定とともに、かかる疾病の程度の軽重、治療効果などを知る上にも欠かすことのできないものである。特に Tremor は、往々にしてわずかの緊張によつても増強することがあり、Parkinsonism にあつては、Intention Tremor がこの疾病の特徴の一つでもあることから、この測定には、困難な問題点が含まれている。

#### 第2項 Tremor 測定に際しての必要条件

Tremor が定量的かつ客観的に記録されるためには、(1) 測定装置そのものの物理的要素に基づく誤差ができ得る限り少なくなくてはならぬことは勿論、検査者の特殊な技術的熟練によらず、また検査者の個人的特性に影響されるところがなく、routine に簡単に連続記録が行なわれること。(2) 記録された結果の解釈や分析が容易で、Tremor の周波数、振幅、波形も同時に読み取ることができ、またその測定経過を全記録期間にわたつて追求することができること。(3) 被検者に加える精神的不安や肉体的侵襲ができ得る限り少なく、坐位、立位、仰臥位など体位の如何にかかわらず、体のいかなる部位の Tremor をも測定することができ、安静時、緊張時、怒責時や随意運動時の Tremor も、連続して記録することができ、被検者の発汗、体温変化などの生理的変動による影響もでき得る限り少ないことが望ましい。(4) 従来より行なわれてきた書字、書画などを始めとする随意運動に基づく検索のほか、筋電図、映画記録などとも容易に比較検討しうるものでなくてはならない。

#### 第3項 従来より行なわれてきた Tremor 測定方法について<sup>2)8)10)11)12)13)18)27)</sup>

##### (a) 書字、書画による方法

我々の教室において、この測定装置を完成するまで

用いていた方法は、Intention Tremor を判定するためには、簡単かつ便利な方法ではあるが、Tremor の振幅、波形、周波数の判定はきわめて不正確であり、また Rigidity の関与もかなり大きく混入し、更には時間的消長の観察は困難であつた。

#### (b) 映画記録による方法

Tremor に限らず、いかなる随意、不随意運動の記録も可能であり、被検者の体位変換、日常動作などの観察も容易に行なうことができるが、撮影だけでは肉眼的所見と異なり、微細な Tremor の観察は困難で、また定量的表現を欠いている。

#### (c) 光の反射を用いる方法

被検部位に小さな鏡をとりつけ、Slit より光をこれにあて、この反射光をフィルムに記録して行く方法は、非常に微細な Tremor の記録には適しているが、わずかの被検者の体位変換によつても光点の逸脱が起りやすく、またその測定部位が限局されるほか、測定経費も大きく、特に Parkinsonism のような精神的不安定な被検者に一定体位を観察時間中強制することは困難な場合が多かつた。

(d) Benjamin Boshes<sup>41)5)</sup>, Hirsh Wachs 等や私の初期研究<sup>18)20)21)</sup>で用いたのは、被検部位と固定床との間に糸を張り、被検部位の動揺によりもたらされる糸の緊張変化を、Strain Gauge によりとりだし、記録する方法で、微細な Tremor の記録には適しても、Tremor の方向は必ずしも上下とは限らず、また随意、不随意的体位変換による誤差の方が多く加わり、その調整が困難であつたほか、Intention Tremor の測定はその振幅が大きいために困難であつた。

(e) Delisle Burns<sup>3)</sup>等によつて研究されたのは、2 定点間に被検部分（例えば指）を置き、Tremor によつて動く被検部分がこの 2 定点のいずれかに接触する回数を、電気的に取り出す方法、またモータース信号器に一指を固定し、Tremor によつて不随意的に電鍵を打つ回数を記録する方法である。

この方法は、産業面に従事する人々、あるいは自衛隊の飛行士の適性検査などに応用されており、簡単ではあるが、これによりわかることは、一定の振幅以上の Tremor の周波数のみであり、振幅、波形の追求が困難なほか、測定部位もわずかに指などの体の突出部分の一部に限局される。

#### (f) 筋電図を用いる方法<sup>6)15)19)21)23)24)25)26)29)30)32)</sup>

Tremor を表わしている筋肉の動作電流を記録するもので、典型的な Tremor は、Grouping Voltage をも

つてある程度まで振幅や周波数を知り得るものであり、また Tremor をおこすのに、どの筋肉が関与しているかを知り得るためには欠くことのできない方法であるが、routine に用いる Bipolar Needle Electrode や Surface Electrode による方法では、その性質上、定量的よりはむしろ定性的表現に近く、Tremor の振幅は間接的表現であり、その周波数も Parkinsonism のように、その多くが Rigidity を伴う場合や、またそのほかの疾病においても緊張時や随意運動時には、それぞれ筋の緊張亢進に伴う放電に Grouping Voltage が重なり、判別が困難なときもあり、またときには肉眼的に Tremor の有無すら認め難いときもある。また波形の分析はほとんど困難であるほか、電極設置部位のわずかのずれでも異なつた記録を生むこともあり、再現性必ずしも良好であるとは言い難い。

(g) 第 2 期実験に私の用いたのは、被検筋内に感圧物体を挿入し、筋の緊張異常、もしくは筋収縮に伴う内圧変化から、間接的に Tremor の程度を知り得る方法である。

感圧物体としてロツシエル塩、液体封入バルーン、Condenser などを用いた方法であり、動物実験においては、好成績を収め得たが、人体に適用する場合、消毒がむずかしく、わずかも手術侵襲を必要とするほか、Rigidity の混在するときには初めの安静時の基準を定めることが困難であり、また体位変換に基づく誤差もかなり混入することが往々にしてあつた。

#### (h) Hirsh Wachs, Benjamin Boshes<sup>35)</sup>により用いられた Magnetic Pick-Up による方法

Coil の中に小さな磁石を吊り下げ、被検部位の Tremor により磁石が Coil の中を動くことから Coil が磁束を切り、これによつて発生する起電力をとり出し記録する方法であり、きわめて軽量、かつ小型にすることができ被検者になんらの侵襲も加えず、前述の Tremor の測定条件に非常に適合しやすく、私の追試においても良好な成績を収め得た。しかしこの方法では、Tremor によつて起こる起電力は、磁束と Coil との相対的速度によつてのみ、その大小が定まるため、Tremor の振幅よりは、むしろその加速度を記録することとなり、微細な Tremor に感じるようにすれば、Intention Tremor の測定は不可能となり、利用範囲が著しく制約されたものとなつた。

### 第 4 項 新しい方法による Tremor 測定

さて、私は、これらの方法を充分検討、追試を行なつた後、前述の必要とされる条件を満足するような次



の装置を作製した。

(a) 測定方法の原理<sup>31)</sup>

Coil を直流が流れるときは、電気抵抗として Coil は働かないが、交流が流れるときにはこの周波数に比例して抵抗力を示し、電流を制限する。この抵抗力を Inductive Reactance と称し、Coil の Inductance :  $L$  及び周波数  $f$  に比例し、次式で示される。

$$X_L = 2\pi fL = \omega L \cdots \cdots (1)$$

$$X_L = \text{Inductive Reactance} \quad \omega = 2\pi f$$

(1) において  $f$  を一定（この場合、既製品が求めやすく、かつ充分高い周波数の 455KC/S を選んだ）にすると、Inductive Reactance :  $X_L$  は Coil の Induc-

tance に比例する。今この Coil の中心に向かつて磁性体としての Dust Core を近づけると、この Coil の Inductance は増加する。この増加率は、電磁気学の教えるところによれば、完全には比例関係が成立しないが、この相対接近距離のある範囲内では、ほぼ直線部分をとることができることから、この一定接近距離範囲での Coil 対 Dust Core の相対的距離は、Inductive Reactance の増減と比例関係をもつものとして許される。

この原理によつて次の Apparatus を製作した。

(b) 測定装置の構造並びにその動作特性

Fig. 10 B に示すように直径 10mm、長さ 22mm の円筒形のボビンに Coil を巻き、このボビンの中に、その両

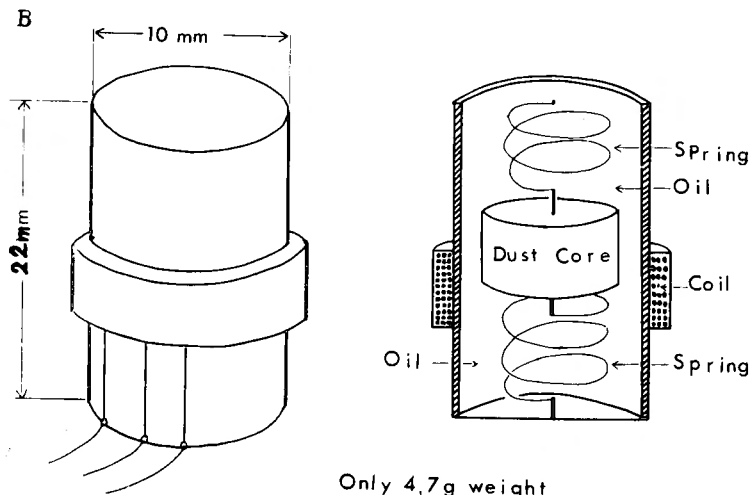
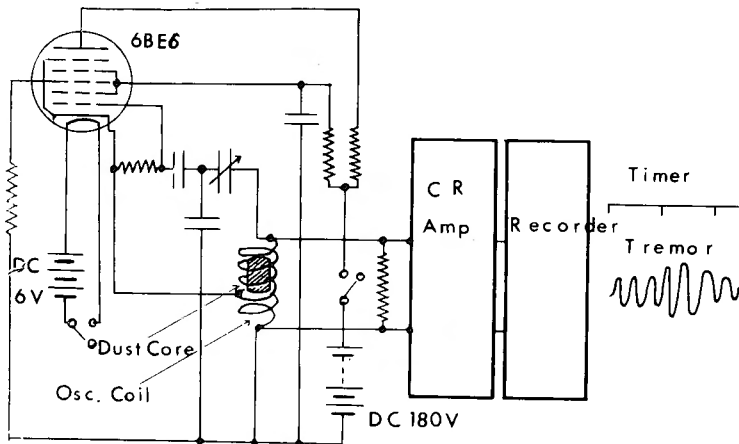


Fig. 10

端より Dust Core を時計テンプレ用のきわめて細いコイルスプリングで吊り下げた。このボビンの両端を封じ、この中に高周波絶縁性が高く、適度の粘調度を有する oil を封入した。

このように加工された Coil を発振 Coil として使用した Fig. 10 A に示す発振回路を作製した。この回路は、発振管 6BE6, 結合 Condenser, 発振調節用 Trimer Condenser 及び発振 Coil よりなる。

発振 Coil の両端子を高周波抵抗で結び、この抵抗の両端子間に発生する電位差を C-R 増幅器に結び増幅する。次にインク書直記式記録器に結び連続記録する。発振電圧は Coil の静止時、 $-9\text{ V}$  となるように調節しておく。

今、この加工された Coil をその縦軸に動かすとき、Dust Core は慣性によつて Coil の中を動くこととなり、前述の原理によつて Dust Core が Coil に接近するときは、Inductive Reactance が増加し発振電流は制限を受け、Coil の両端子の電位差は減少し、遠ざかるときは増加する。この比率がほぼ比例関係を呈するように、あらかじめ調節しておいた。また封入された Oil は、その粘調度によつて、また Dust Core の Oil に対する比重によつて Coil に対する相対的重量を軽減させることにより、Dust Core-Spring 系による共振周波数を  $0.3\text{ C/S}$  以下に落とすことができたため Tremor 記録にはほとんど影響を与えぬものとなし得た。また Oil は測定範囲  $3 \sim 20\text{ C/S}$  を越える振動により、Dust Core が動くことに対する制御力としても働き、より高い周波数の振動には追従し難くなることから、Tremor 測定の誤差となる急激は体位変換により受ける影響を少ないものとすることができた。

Dust Core の Coil に対する相対的運動は、このようにして高周波電流の増減に変調されるため、これの増幅には C-R 増幅器を使用することができ、簡単に高度の増幅率をきわめて小さな時定数をもつて、任意の基準に従つて定めることができるため、D-C 増幅器や時定数の大きな C-R 増幅器にみられるような測定基準線の動揺もなく、また記録器が、この変調高周波の平均値を記録することから、再びもとの周波数に再変調され、Tremor の波形を忠実に描き、Tremor に呼応するきわめて美しい記録を作り得ることとなつた。以上のことから波形、振幅、周波数の同時記録が可能となり、速い速度の Tremor は、波形の立ちあがりの険しき、逆はその平坦さで知ることができる。この装置を用いた試験記録では、きわめて微細な普通肉眼的に

は認知困難な程度の、そして routine に用いる筋電図では記録困難な振幅  $2\text{ mm}$  程度のものから振幅  $40\text{ mm}$  以上の Intention Tremor までも忠実に記録できた。

Fig. 10B 及び Fig. 11 に示すように、この加工された Coil はその全重量わずか  $4.7\text{ g}$  の小さなもので体のどんな部分にも簡単に紙テープで装着することができ、記録の再現性にすぐれ、被検者もよく長時間の観察に耐えることができ、Tremor の時間的消長も容易に知り得ることができた。

臨床的応用に際しては、この全回路と全く同一の特性を有するものを 2 基作製し、左右の同時観測、筋電図との同時併用記録を行ない、両者の比較から一層 Tremor の性質を知りやすいものとした。

#### (c) 測定対象

総 数	23 例
Parkinsonism	11 例
Choreoathetosis	3 例
Choreoathetosis ?	1 例
Dystonia	2 例
Cerebellar Intention Tremor	1 例
Patient with Hepatitis	1 例
Tired Normal Man	4 例

の被検者に対し、Tremor 測定をこの装置並びに筋電図をもつて、その安静時、緊張時にわたり検査中の時間的消長を比較観察した。

また、この 23 症例中 5 症例については Chemothalamotomy の前後における Tremor の変化を観察した。

#### (d) 測定実施

すべての被検者について同一の装置を用い、同一の条件の下で測定を行なつた。

まず、前述の加工された Coil（ここでは Attachment と称する）を 2 個、検者が同じ角度で保持して、両者

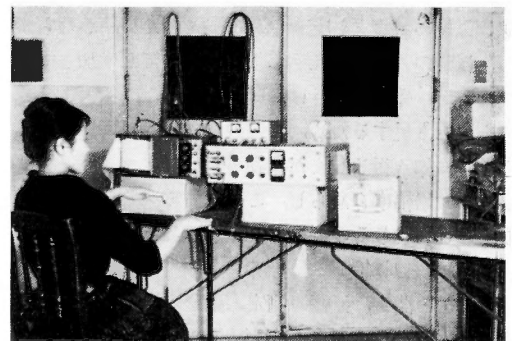


Fig. 11

に全く同じ Tremor 類似の振動を与え、各々の C-R Amplifier の動作メーター及び記録用紙の上下が同位相で、同じ結果を示すように調整し、次に増幅器の増幅率を測定しようとする範囲の基準に定める。

このことは、わずかの左右差を知る上に必要であるからである。被検者は、もたれのついた椅子に坐つた位置とし、左右の同じ被検部位、たとえば示指先端または手関節にそれぞれの Attachment を同じ角度になるように紙テープで装着する。

1) 先ず被検者の最も楽な姿勢で、椅子に腰をかけ、その両手を膝の上に置いた位置をとらせた状態で測定を開始する。

2) 約4分後、上腕を軀幹につけ、肘関節を屈曲し前腕のみを水平に挙上した位置。

3) 次に前腕、上腕共に水平に挙上した位置。

4) 次に各位置において一定の動作、たとえば鉛筆を指の間にはさむ行為を行なわせる。

5) また各位置において、随意的に力を入れさせる。

6) 同時に両側上腕の M. biceps brachii, M. triceps brachii より Surface Electrode または Bipolar Needle Electrode をもって筋電図を記録する。

このようにして時間的経過を観察するが、被検者に緊張を与えぬため、検者は背後の別室よりこれを監視する。

#### (e) 測定結果の表現方法

周波数：記録器の Timer により記録紙上で直接読み取ることができる。

波形：波形が一相性、二相性、その他どのような波形でも 3~20C/S の範囲で読み取り得る。

振幅：記録紙上の高さがそのまま振幅を表わすものとした。但し、60mm以上の振幅を呈するような大きな振動はそのまま読みとれず、振幅の大きい程、対数曲線類似様に減衰され記録される。このため、かならずしも振動の大きさに比例して記録の振幅は増加して行かないが、振動が大きければそれに伴って大きい振幅を記録も呈するため、振幅の変動がある場合はそれを確実に知り得る。また振動があまりに大きいときは増幅器の増幅率を減らし、この目盛をメーターで読み取ることによりその振幅を補正することもできる。

#### (f) 測定成績

周波数の測定、振幅の測定、波形の観察、疾患別の Tremor の特徴、周波数と振幅との相関関係、Chemothalamotomy の前後における Tremor の振幅と周波数

個々の態度、最後に筋電図と対比しつつ観測を行なった実記録を代表的な患者について図及びグラフで示した。

Fig. 12は Tremor を周波数の規則性の順序により分類して実測値を並べたものである。測定部位は、左右いずれかの顕著な Tremor を表現している中指先端を選んだ。a, b, c は Regular Frequency を呈するもので、a, b は Parkinsonism の未治療患者、c は Ballismus の未治療患者のものである。d, e は Mildly Irregular Frequency を呈するもので、d は Cerebellar Intention Tremor の未治療患者、e は d の Chemothalamotomy の術後の手術非対応側のものである。f, g は Severely Irregular な波形で f は Parkinsonism の Chemothalamotomy の術後になお残る Tremor であり、g は Choreaethetosis の未治療患者の呈した波形である。なお Timer は1秒毎、記録紙の送り速度は 2.5cm/sec である。

Fig. 13 は振幅の時間的経過を筋電図と同時に記録したもので、その左が私の Tremor 測定器によるもので、その右は筋電図で同じ Tremor を記録したものである。a, b は Spontaneous Waxing と Waning を示し Parkinsonism の未治療患者によく記録されたものであるが、a において筋電図では併存する Rigidity のため、明瞭にこの現象を認めることは困難であつた。c は記録期間中 Tremor が次第に減衰し、ほとんど表われなくなっていく現象で、周波数の変化は余り伴わず、Waxing 及び Waning を呈しつつあるところを記録したもので、Parkinsonism の未治療患者に時々観察され、Hirsh Wachs, Benjamin Boshes<sup>35)</sup>等により、Amplitude Periodicity と称せられているものである。d, e は測定中特別に誘因と思われるものがなく、急に振幅及び波形、ときに周波数も変わる現象で Parkinsonism の Chemothalamotomy の術後に時々記録され、また術前でも急に Intention が加わるとき、また稀には怒責時にも観察された。

Fig. 14 は Hirsh Wachs, Benjamin Boshes<sup>35)</sup>等が Harmonics と呼んでいる現象で、一つの基本 Tremor 波形の上に、少しの位相のずれのある同じ周波数の Tremor が重なる現象で、Parkinsonism の手術前、Cerebellar Intention Tremor, Ballismus において記録された。誘導部位を指先に置くときに、特によく出現するが、これは前腕の Tremor により指先が振られ、指先はその慣性のために前腕より少し位相が遅れて記録されるのと、前腕のもとの Tremor が同じ記録紙上に

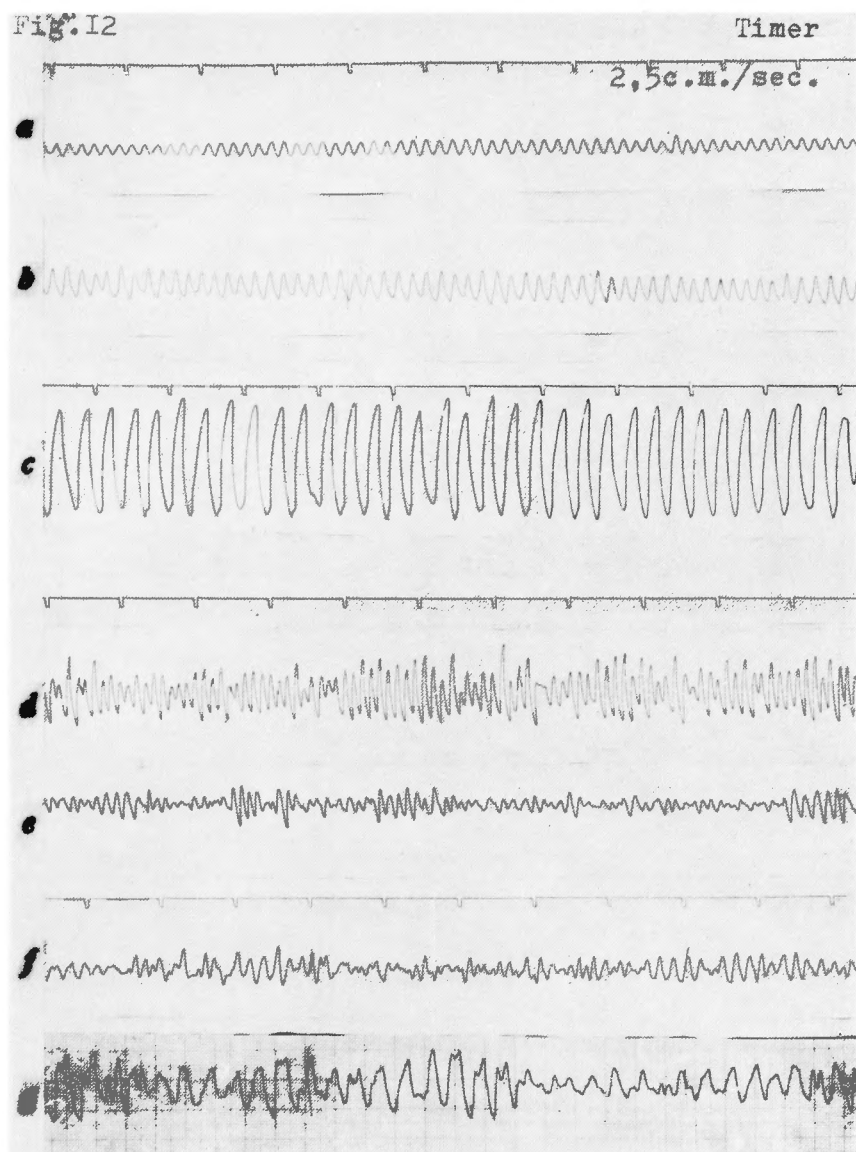


Fig. 12

表われるためであるもののほか、一つの Tremor をきたさせる Spike が2つの位相を異にする Spike に分かれて筋に伝達される事実があるのかもしれないが、この程度の症例数の分析では、この根拠を確実にうかがい知り得なかつた。

Fig. 15 は各疾患別 Tremor の記録で Timer は1秒、記録紙送り速度は1cm/sec であり、a, b は正常人の疲労時のもので、振幅小さく周波数大で、不規則な振幅を呈している。c, d は Parkinsonism 術前のもので、

規則正しい周波数と大きな振幅を呈し、Waxing and Waning を比較的規則正しく繰り返している。e は Ballismus で不規則な振幅、波形を呈しているが、この例の振動は1 Dimension ではなく、2 Dimensions にわたり、複雑であるため、一方向の記録のみではその全貌をうかがい知ることは難かしい。f は Cerebellar Intention Tremor で振幅大きく Harmonics を伴う部分もあるが、周波数は割合規則的である。g は肝炎患者の Tremor を伴うもので、正常人の疲労時の波形に

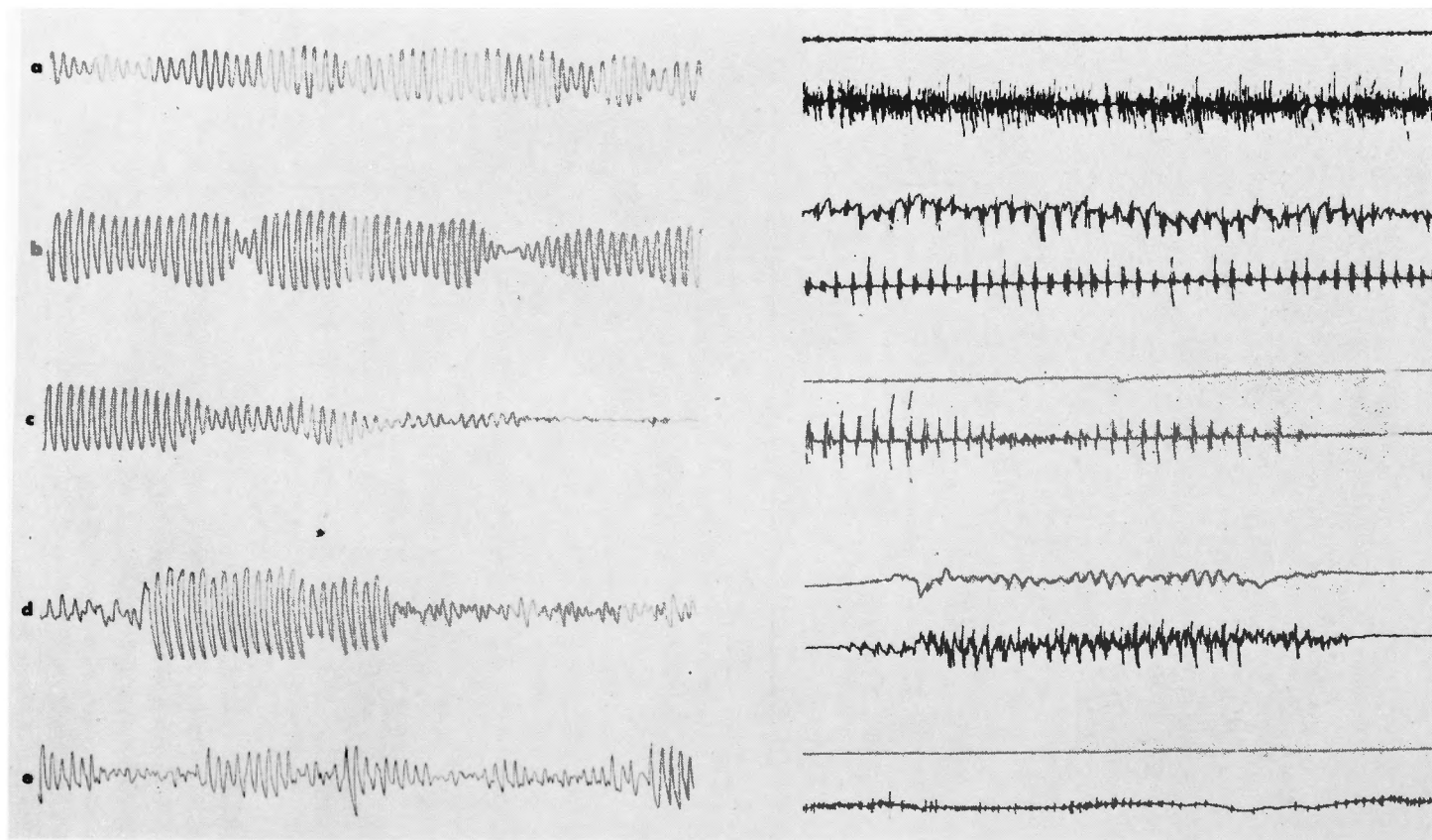


Fig. 13

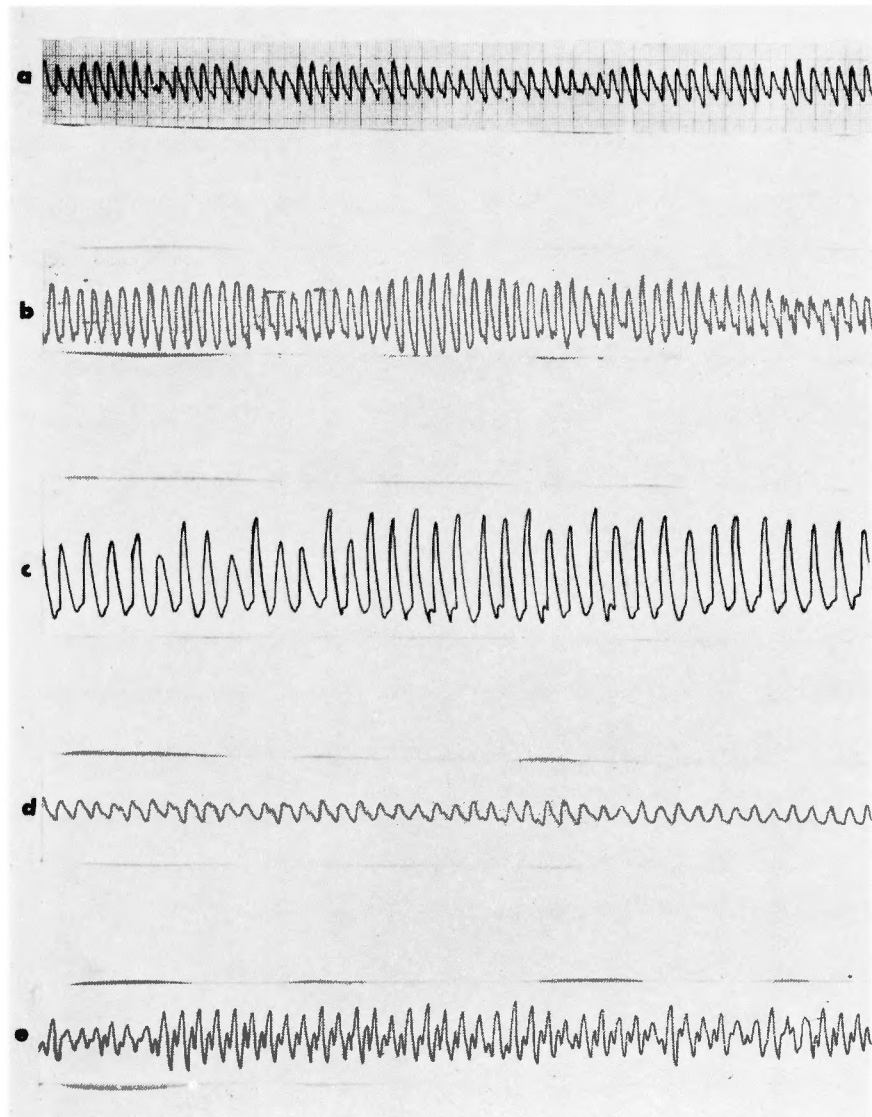


Fig. 14

似るが、振幅が大きい。h, i, j は Choreoathetosis の記録で周波数、振幅、波形に著しい変化がみられる。k は Dystonia (Severely Muscle Hypertonia) のもので、振幅は小さいがきわめて不規則な周波数、振幅、波形を呈する。

Fig. 16 は各被検者の最も大きな振幅を表わしたときの Tremor の平均値をヒストグラフで表わしたもので、この図からわかるように Choreoathetosis は  $3.2C/S$  前後、Parkinsonism は平均  $5.6C/S$ 、正常人疲労時は  $9 \sim 10C/S$  が最も多いことを示している。

Fig. 17 は未治療群の各個平均の Tremor の振幅と

周波数との相関グラフで、この平均線が示すように、周波数が増加すれば振幅が減少して行くが、この程度の症例数では逆比例関係は完全には成立せず、例外も時々存在する。

Fig. 18 は我々の教室で行なつた Chemothalamotomy の手術対応側の術前、術後の各個の Tremor の振幅と周波数の平均値の推移をグラフに表わしたものであり、No. 1, No. 2, No. 4 は Parkinsonism, No. 3 は Cerebellar Intention Tremor, No. 5 は Dystonia の患者を記録したものを、まとめたものである。この図からわかるように全例共、手術により Tremor の振幅は著

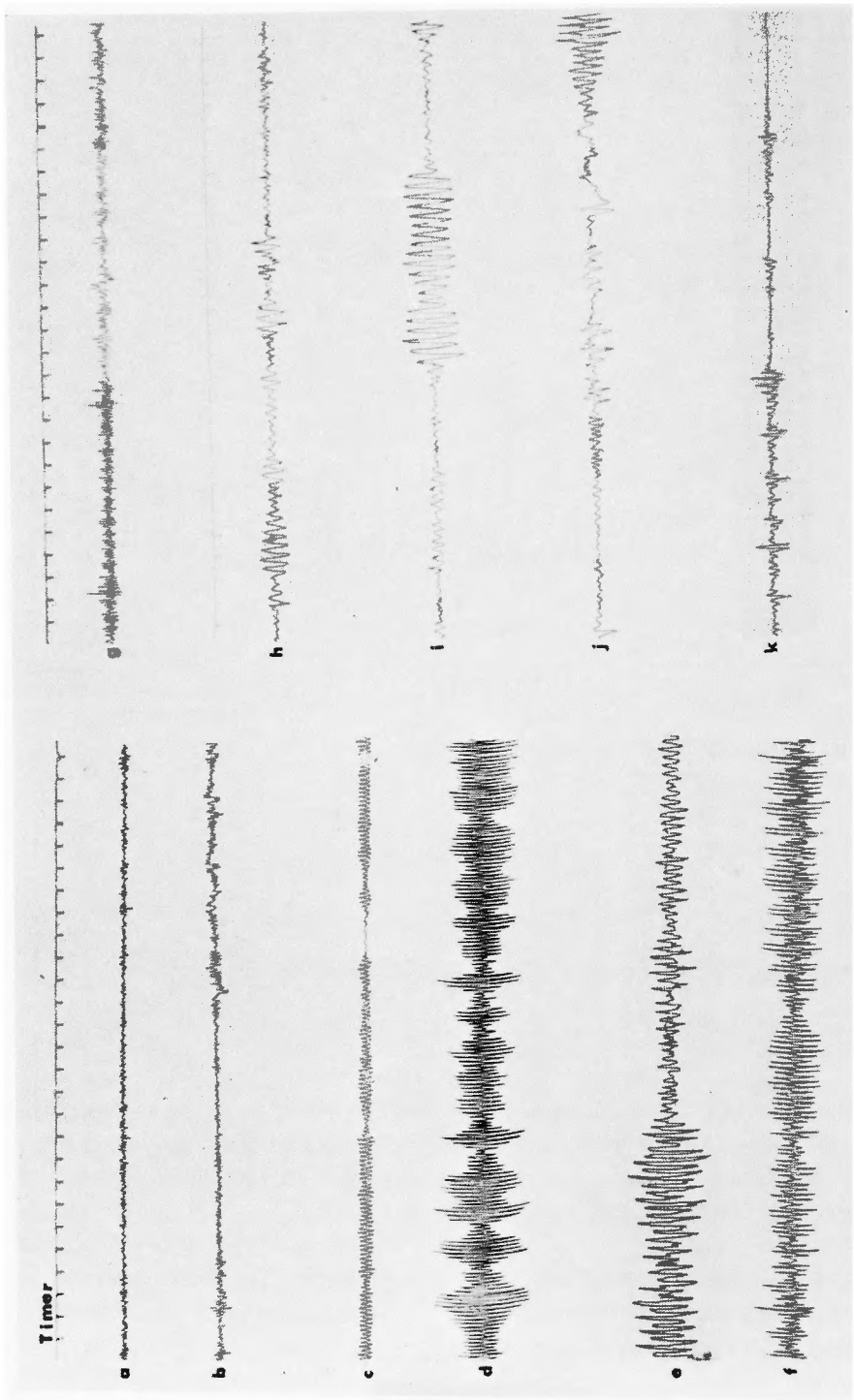


Fig. 15

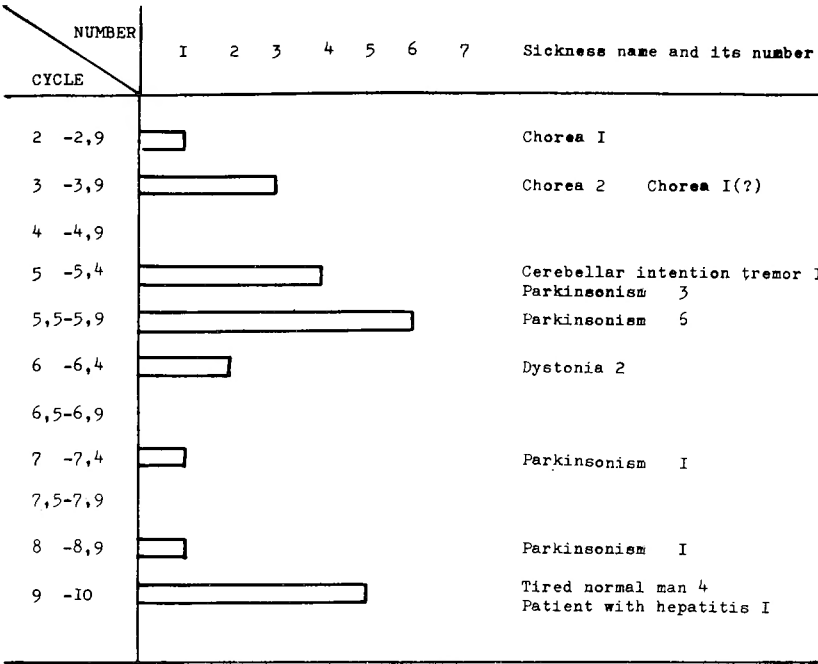


Fig. 16

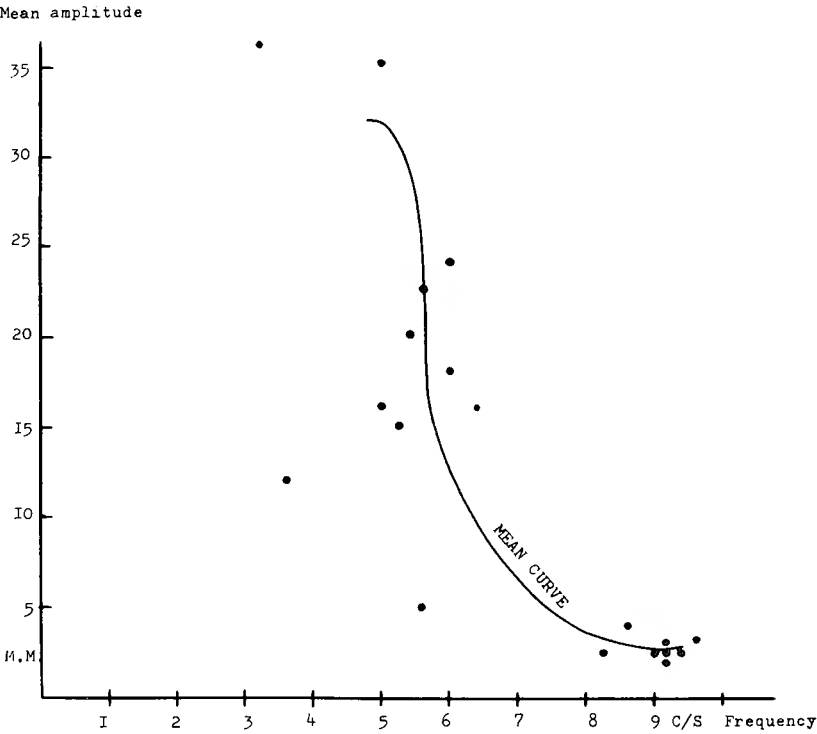


Fig. 17



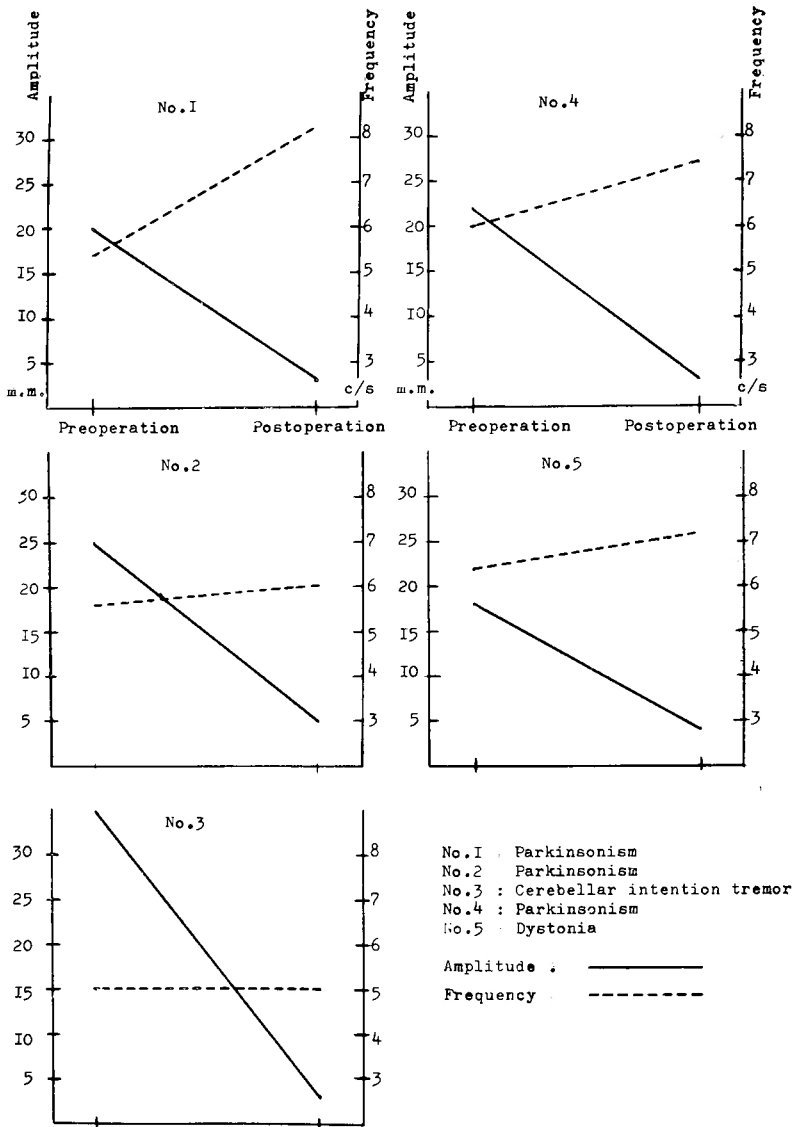


Fig. 18

しく小さくなり、手術効果の著明であつたことを示している。周波数は Parkinsonism 3例, Dystonia の1例において増加の傾向を示すが、Cerebellar Intention Tremor は不変である。

Fig. 19, Fig. 20は Chemothalamotomy 前後の Tremor を筋電図と対比して、左右別に記録した記録紙を添付したもので、図の左側は術前、右側は術後の記録である。Aは Parkinsonism の Intention Tremor で術前筋電図では併存する Rigidity による放電に Inten-

tion Tremor による Grouping Voltage が重なり Tremor が明確に判別できないものが、私の装置で明瞭に記録されている。Tremor は L-Chemothalamotomy の術後、著しくその振幅を減ずると共に周波数も大きく、かつ不規則となつてきている。患者の自覚症状も著しく軽減した症例である。

Bは Parkinsonism の安静時の記録であり、L-Chemothalamotomy の前後の比較であり筋電図だけでは振幅が明らかにされていない。手術非対応側すなわち患

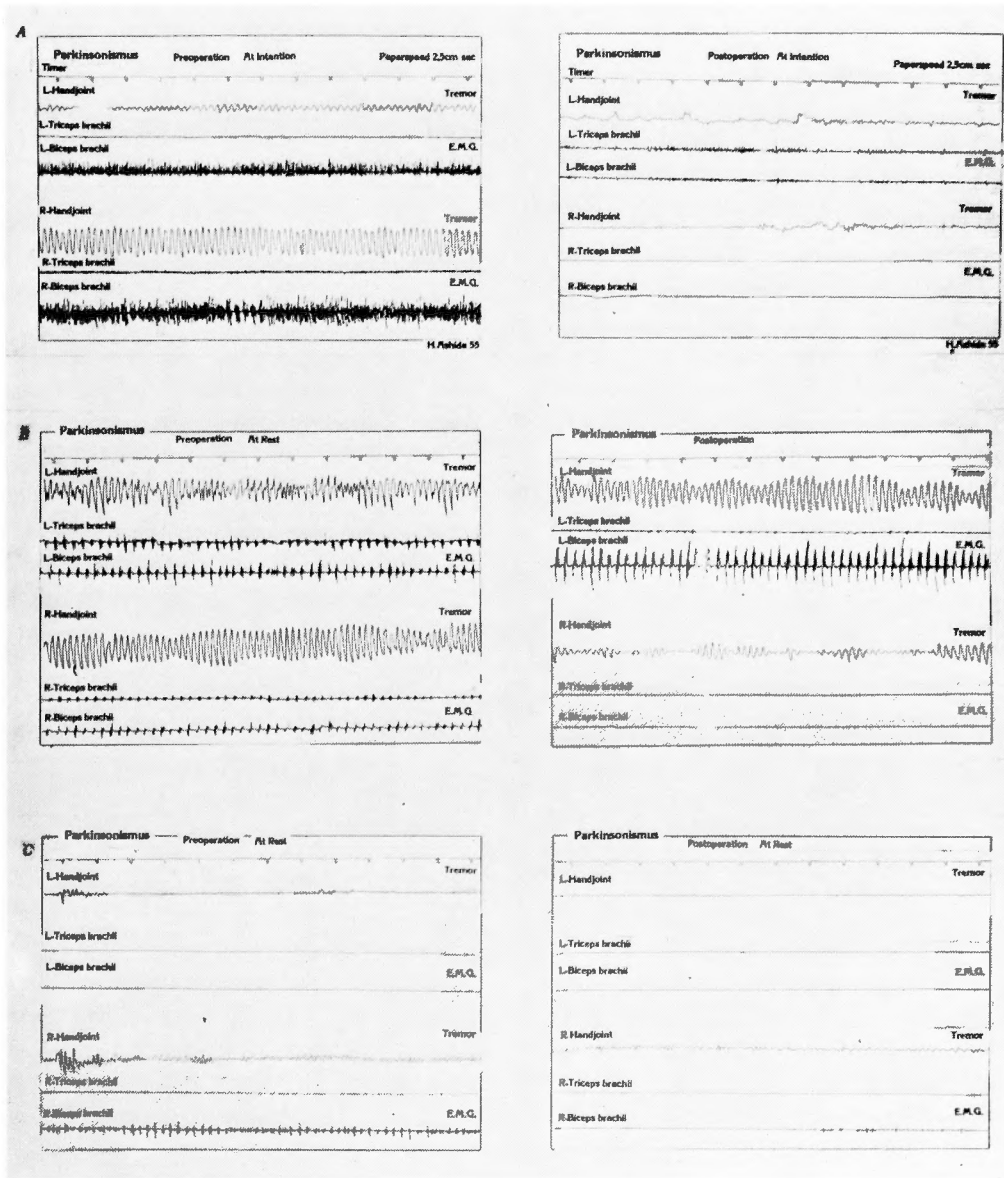


Fig. 19

者の左側は、術後 Tremor が増強してきている。C も Parkinsonism の L-Chemothalamotomy の前後の安静時の記録で術後の筋電図ではほとんど把握できなかった Tremor をも記録している。

Fig. 20 D は Cerebellar Intention Tremor の記録で、L-Chemothalamotomy の術前には大きな振幅のため筋電図では電極針の動揺が激しく、筋電図の基本線が乱れ、Tremor に Harmonics が併存することも記録され

ていない。E は Parkinsonism の安静時の術前、術後の記録である。

F は Parkinsonism であるが実際の Tremor の大きさと筋電図の放電がほとんど比例していない症例である。

第 5 項 Tremor 測定についての考按

(a) 測定装置について

この Tremor 測定装置がなぜ作製されねばならなか

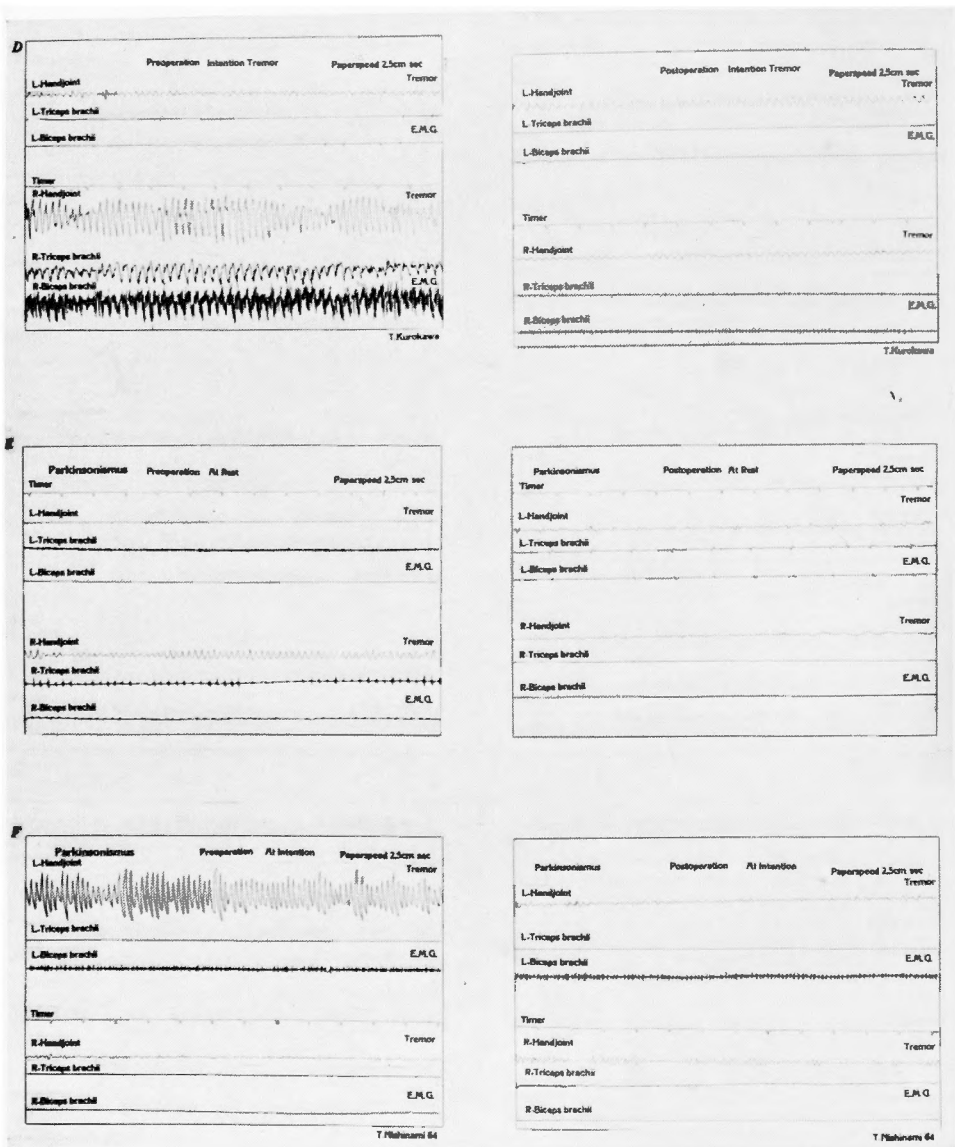


Fig. 20

つたかについて、その一部は緒言並びに測定結果の項目で述べたが、筋電図で把握困難な波形分析により、Hirsh Wachs, Benjamin Boshes<sup>32)</sup>と同じく Spindle, Abrupt Wave Form Change, Waxing and Waning, Harmonicsなどをよく追求し得たことのほか、更には後者の方法で記録困難であった Intention Tremor から Choreoathetosis までも、周波数分析装置を用いること

なく記録することができたのである。しかし、この私の方法に高周波変調を用いたことは利点ばかりではなく、次の欠陥も有していた。それは Tremor の方向が垂直または水平の一方向に限局しないため、同じ被検部位の2方向の記録を同時に行なう場合、Attachmentを2個非常に接近した位置にとりつけると、高周波並びにそれによつて作られる磁場が Tremor に応じて変

化することによる, 相互干渉をきたし, 記録不能となる点である。しかし測定時間を異にして測定した記録では, 両者の間に振幅以外では大きな変化はないものとしてよく, Benjamin Boshes も同じ意見を述べている。

#### (d) 測定結果について

Parkinsonism の Tremor は, そのほかの疾患や正常人に比べて Regularity が正しくて, しかも異つた姿勢における測定に際しても, 振幅以外は余り影響を受けなかつたが, Emotional Factor によつてはときにかなりの影響を受けた。そして, また非常に軽度の Tremor をもつ被検者や, Chemothalamotomy の後において Regularity が乱れるが, だんだん重症になるにつれ規則正しい美しい波形を記録した。この現象は正常人についての, Hammond, Merton, Sutton<sup>17)</sup> 等の Length Servo Hypothesis (Feed back system between Muscle Spindle, Spinal Cord and Muscle) によつて説明される事象とよく合致している。Tremor の周波数については Benjamin Boshes は Parkinsonism で 6.2 C/S, 正常人で 7.9 C/S と記載しているが, 私の記録ではこれより低く, 前者では 5.6 C/S, また後者では 9 C/S 前後が最も多かつた。Tremor の方向は全例共, 垂直及び水平の 2 方向にわたっているが, このうち顕著な Tremor は, Choreoathetosis を除けば垂直方向に大きく, このことは垂直方向の Tremor は抗重力運動となるため, わずかでも Intention が働くほか, Servo Hypothesis によつて説明される Feed back Oscillation が大となるためであろう。また Harmonics について Horsley は 2 つの Tremor の合成であるといい, Wolfenden は Normal Rate の Tremor の増幅, またはより遅い Rate への Vibration の融合であろうと述べているが, Pace Maker の変化の有無についての記載はなく, この研究においてもその詳細の解明はできなかった。

## 第 4 章 結 語

私の新しく考案作製した Rigidity 及び Tremor の客観的, 定性的, 定量的測定装置の動作原理の説明並びにその臨床面での必要性を述べた。またこれを使用して不随意運動症の中でも主として Parkinsonism の Rigidity 及び Tremor の測定を Chemothalamotomy の術前, 術後にわたつて行ない, この測定結果の検討から術前の病状の判定や治療効果の確認を行なつた。

Rigidity については, この装置による検査結果を同時に記録した筋電図と対比し, Stretch Reflex と Rigidity

との相関関係を調べ, 従来から Rigidity と称せられてきたものは Stretch Reflex だけに起因せず, 筋や腱の Viscous and elastic properties によつても変化するとする Weddell 説のほかにも, Rigidity には何等かの別の要因が含まれる可能性について述べた。手術効果は手術適応の適否だけによつては定められず, 特に Chemothalamotomy にあつては, その Target への適中の如何に大きく影響されることが多く, また期待しない副作用もときには伴うこともあるため, 私の測定対象となつた比較的少数例からは, 手術適応まで論究することは, 現在の時点においては極めて困難であるが, Stretch Reflex が (卅)~(卅)の間で Rigidity が 40~70% を示すもののうち, Stretch Reflex と Rigidity との量的比例関係が成立しやすと思われるもの, つまり Rigidity の大部分が Stretch Reflex に起因すると思われるものに, 一部の例外を除けば手術効果がよく認められ, Stretch Reflex が (+, \)~(+, /), Rigidity が 7~15% 前後の患者にはその効果が少かつた。

Tremor についても, この装置による検査結果を同時に記録した筋電図と対比し, その優劣について論議した。また, 正常人, Parkinsonism, それ以外の疾病に伴う Tremor, または Tremulousness を比較図示し, それに関与する種々の Factor を術前, 術後にわたつて論議した。その結果, 未治療の Parkinsonian Tremor は異なつた体位, 測定部位の相違によつても平均 5.6 C/S の規則正しい周波数, 大きな振幅, かなり長時間持続する美しい波形を呈することがわかつた。このほかにも, Parkinsonism, Cerebellar Intention Tremor 特有の Harmonic Wave, Spindle などや, また Abrupt Wave Form Change, Amplitude Periodicity 及び Intention Tremor にいたるまでも充分記録観察することができた。このようにして, より正確な測定結果による波形の分析を行ない, 新知見を得ると共に, 先人の記録については, これを追試, 確認した。

Chemothalamotomy の前後にわたつて追求し得たのは 5 例のみであつたが, 全例共, 術後著しくその振幅を減じ, 周波数は Cerebellar Intention Tremor の 1 例を除けば増加し, 波形も正常人の疲労時のそれに近づき, 手術効果の顕著であつたことを確認した。

最後に, この論文を終わるにあたり, かの Parkinsonism に対する広範にしてすぐれた業績を参考とさせていただき, 一度は直接御指導を仰ぐ機会を得た Dr. Benjamin Boshes, この研究に対して 終始懇切な御指

導、御鞭撻を賜わった京都大学医学部脳神経外科助教授、半田 肇博士、並びにこれらの測定に惜しめない協力を賜わった京都大学病院外科脳波室、山本蔵之助氏に深い感謝を捧げるものである。

## REFERENCES

- 1) Agate, F. J., Doshay, L., and Curtis, F. K. : Quantitative measurement of therapy in paralysis agitans. *J. A. M. A.* **160** : 352, 1956.
- 2) Brennan, J. B. : Clinical method of assessing tonus and voluntary movement in hemiplegia. *Brit. M. J.* **1** : 767, 1959.
- 3) Burns, D., and Dejong, D. J. : A preliminary report on the measure of Parkinson's disease. *Neurol.* **10** : 1096, 1961.
- 4) Boshes, B., and Norton, A. H. : Graphic studies in tone and tremor. *Quart. Bull. Northwestern Univ. M. School.* **23** : 314, 1955.
- 5) Boshes, B., Wachs, H., Brumlik, J., Mier, M. and Petrovik, M. : Studies of tone, tremor, and speech in normal persons and parkinsonian patients. I. Methodology. *Neurol.* **10** : 805, 1960.
- 6) Bishop, G. H., Clark, M. H., and Price, J. : Patterns of tremor in normal and pathological conditions. *J. Appl. Physiol.* **1** : 123, 1948.
- 7) Brumlik, J., and Boshes, B. : Quantitation of muscle tone in normals and in parkinsonism. *Arch. Neurol.* **4** : 399, 1961.
- 8) Diller, L., Riklan, M., and Cooper, I. S. : Preoperative response to stress as a criterion of the response to neurosurgery in Parkinson's disease. *St. Barnabas Symp. on Surgical Therapy of Extraparapidal Disorders* : 133, 1956.
- 9) Eldred, E., Granit, R., and Merton, P. A. : Supraspinal control of the muscle spindles and its significance. *J. Physiol.* **122** : 498, 1953.
- 10) England, A. C., and Schwab, R. S. : Postoperative medical evaluation of 26 selected patients with Parkinson's Disease. *St. Barnabas Symp. on Surgical Therapy of Extraparapidal Disorders* : 51, 1956.
- 11) Fairman, D., and Cooper, I. S. : Criteria in the selection of parkinsonian patients for chemopallidectomy. *St. Barnabas Symp. on Surgical Therapy of Extraparapidal Disorders* : 47, 1956.
- 12) Fairman, D., Diller, L., Riklan, M., Poloukhine, N., Bravo, G., David-son, N. W., and Cooper, I. S. : Preoperative studies in selection of parkinsonian patients for surgery. *St. Barnabas Symp. on Surgical Therapy of Extraparapidal Disorders* : 65, 1956.
- 13) Fairman, D., and Schwab, R. S. : A graphic method for evaluation of parkinsonian patients under treatment. *St. Barnabas Symp. on Surgical Therapy of Extraparapidal Disorders* : 72, 1956.
- 14) Foley, J. : The stiffness of spastic muscle. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* **24** : 125, 1961.
- 15) Granit, R. : Receptors and sensory perception. A discussion of aims, means and results of electrophysiological research into the process of reception. *Yale University Press. New Haven.* 1955.
- 16) Hoefel, P. F. A., and Putnam, J. J. : Action potentials of muscles in rigidity and tremor. *Arch. Neurol. & Psychiat.* **43** : 704, 1940.
- 17) Hammond, P. H., Merton, P. A., and Sntton, G. G. : Nervous gradation of muscular contraction. *Brit. M. Bull.* : 214, 1956.
- 18) 半田 肇 : 定位脳手術について。脳と神経。 **14** : 17, 昭37.
- 19) 半田 肇, 荒木千里, 森 和夫, 三沢郁夫, 伊藤盛夫 : Spasmodic tortollis treated by chemothalamotomy and chemopallidotomy. *Confinia Neurologica.* **22** : 393, 昭37.
- 20) 半田 肇 : 不随意運動症及び狂暴性白痴の定位脳手術。第16回日本医学会総会学術講演集。日本医学。 **4** : 183, 昭38.
- 21) 伊藤盛夫, 森 和夫, 半田 肇 : Muscle Rigidity 及び Tremor の量的測定。臨床脳波。 **5** : 107, 昭38.
- 22) 伊藤盛夫, 半田 肇 : 不随意運動症, ことに Parkinsonism における Tremor の量的測定について。日本定位脳手術研究会 (於盛岡) にて発表。昭39.
- 23) Marinacci, A. A. 著。租父江逸郎訳 : *Clinical Electromyography.* : 196, 昭31.
- 24) Moldaver, J., and Fairman, D. : Electromyographic studies of tremor in Parkinson's disease before and after chemopallidectomy. *St. Barnabas Symp. on Surgical Therapy of Extraparapidal Disorders* : 98, 1956.
- 25) 本川弘一 : 医学生物学電気的実験法。 **5** : 161, 昭34.
- 26) Rushworth, G. : Spasticity and Rigidity : An experimental study and review. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* **23** : 99, 1960.
- 27) Schwab, R. S., and Prichard, J. S. : An assessment of therapy in Parkinson's disease. *Arch. Neurol. & Psychiat.* **65** : 489, 1951.
- 28) Shimazu, H., Hongo, T., Kubota, K., and Narabayashi, H. : Rigidity and Spasticity in man. *Arch. Neurol.* **6** : 10, 1961.
- 29) Schaltenbrand, G. : Myographische Untersuchungen rsflektorischer Störungen des Muskeltonus. *Archiv. Phys. Therap.* **4** : 264, 1958.

- 30) 時実利彦, 津山直一: 筋電図の臨床, 昭27.
- 31) Terman, F. E.: Radio Engineering. **1** : 12, 1947.
- 32) Weddell, G., Feinstein, B., and Pattle, R. E.: The clinical application of electromyography. Lancet. **1** : 236, 1943.
- 33) Webster, D. D.: A method of measuring the dynamic characteristics of muscle rigidity, strength and tremor in the upper extremity. Med. Electronics. **6** : 159, 1959.
- 34) Webster, D. D.: Dynamic measurement of rigidity, strength and tremor in Parkinson patients before and after destruction of mesial globus pallidus. Neurol. **10** : 157, 1960.
- 35) Wachs, H., Boshes, B.: Tremor studies in normals and in parkinsonism. Arch. Neurol. **4** : 66, 1961.